DIE NATURWISSENSCHAFTEN

20. Jahrgang | 18. März 1932 | Heft 12

Die Chromosomentheorie der Faktorenkoppelung[1].

Von CURT STERN, Berlin-Dahlem.

(Aus dem Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie.)

Man kann zwischen einer allgemeinen und einer speziellen Chromosomentheorie der Vererbung unterscheiden. Die allgemeine Theorie besagt, daß die experimentell erschlossenen mendelnden Erbfaktoren oder Gene — wobei der Begriff mendeln im weitesten Sinne aufzufassen ist — irgendwie an die mikroskopisch sichtbaren zellulären Organellen, die Chromosomen gebunden sind. Für diese Theorie, die vor etwa 30 Jahren von CORRENS, BOVERI und SUTTON begründet wurde, kennen wir jetzt eine so große Anzahl von entscheidenden Beweisen, daß sie zu einer Gewißheit geworden ist. Ein großer Teil der zytologischen und besonders der genetischen Arbeit der zwei letzten Jahrzehnte bestand ja darin, den exakten Nachweis für die Erbträgernatur der Chromosomen zu führen, und sie hat zu einem vollen Erfolg geführt.

Etwas anders stand es bis vor kurzem mit dem, was man als die spezielle Chromosomentheorie der Vererbung bezeichnen kann. Nachdem die allgemeine Theorie die Verbindung hergestellt hatte einerseits zwischen den durch die Mendel-Regeln wiedergegebenen Gesetzmäßigkeiten und andererseits dem sichtbaren Wesen und Verhalten der Chromosomen, versuchte die spezielle Theorie die durch die Begriffe *Faktorenkoppelung* und *Faktorenaustausch* gekennzeichneten genetischen Erscheinungen ebenfalls auf Eigentümlichkeiten im Wesen und Verhalten der Chromosomen zurückzuführen. Dabei gelangte man zu Vorstellungen über den Feinbau der Chromosomen und ihr Verhalten, die sich — teilweise aus rein optischen Gründen, teilweise wegen der Schwierigkeiten des Materials — nicht mehr direkt nachprüfen ließen. Da sich diese Vorstellungen aber auf die Zusammensetzung von vielleicht den bedeutungsvollsten biologischen Elementarkörpern, nämlich den Chromosomen, bezogen, so war es von großer Wichtigkeit, diese spezielle Chromosomentheorie zu prüfen, und wenn möglich, in unzweideutiger Weise zu sichern.

Nach der zweiten Mendel-Regel verhalten sich verschiedene Faktorenpaare bei der Gametenbildung unabhängig voneinander. Daher bildet ein Bastard, dessen Eltern die Faktorenkonstitution AABB und aabb gehabt hatten und dessen Faktorenkonstitution somit AaBb ist, die vier kombinatorisch möglichen Gameten AB, Ab, aB und ab im gleichen Verhältnis 1:1:1:1. Nach der allgemeinen Chromosomentheorie der Vererbung beruht diese freie Rekombination der beiden Faktorenpaare auf der Tatsache, daß die Faktoren A—a und B—b je in einem anderen Chromosomenpaar lokalisiert sind. Da sich die Chromosomen verschiedener Paare frei rekombinieren, so werden auch die an sie gebundenen Erbfaktoren frei miteinander kombiniert. Die Erscheinung der Faktorenkoppelung besteht nun bekanntlich darin, daß die freie Rekombination unterbunden ist. Die vier Gametenarten unseres Bastardes AaBb entstehen jetzt nicht mehr im Verhältnis 1:1:1:1, sondern es entstehen in der Hauptsache — zu gleichen Teilen — die Gameten AB und ab und in geringerer Anzahl — wieder zu gleichen Teilen — Ab und aB. Es werden also vor allem wieder die ursprünglichen Kombinationen von Faktoren gebildet, so wie sie schon von den Großeltern her in den Bastard gelangt waren und nur in geringerer Zahl die Neukombinationen. Die Faktoren scheinen also in ihren ursprünglichen Kombinationen mehr oder minder miteinander gekoppelt zu sein. Bekanntlich stellte MORGAN im Jahre 1911 die Theorie auf, daß gekoppelte Faktoren miteinander in demselben Chromosom lokalisiert sind, und ihre Koppelung somit wörtlich auf einem Aneinander-Gebundensein beruhe. Auch dieser Teil der Chromosomentheorie ist bereits für zahlreiche Fälle bei verschiedenen Organismen völlig gesichert[1]. Mit der Vorstellung der gemeinsamen Lokalisation gekoppelter Faktoren in demselben Chromosomen kann aber nur das Erscheinen der *ursprünglichen* Faktorenkombinationen erklärt werden. Wenn AB von dem einen Elter und ab von dem anderen Elter, je in *ein* Chromosom „eingeschlossen", in den Bastard $\frac{AB}{ab}$ gelangt war, so ist es verständlich, wenn dieser Bastard wieder Gameten mit einem Chromosom ab und und Gameten mit einem Chromosom AB bildet. Wie aber sind die Neukombinationen Ab und aB zu erklären? MORGAN stellte sich bekanntlich vor, daß die verschiedenen Erbfaktoren in einem Chromosom an verschiedene Stellen gebunden seien, und daß zwischen homologen Chromosomen ein Austausch von Chromosomenstücken und damit der in den Stücken enthaltenen Faktoren erfolge. Um die weitere Erscheinung zu erklären, daß die pro-

[1] Nach einem Vortrag auf dem 8. Dahlemer Biologischen Abend der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. Die ausführliche Darstellung der mitgeteilten Versuche findet sich im Biol. Zbl. 51, 547—587 (1931).

[1] Vgl. z. B. C. STERN, Naturwiss. 18, 1117—1125 (1930): Der Kern als Vererbungsträger.

zentuale Häufigkeit der Gameten mit Neukombinationen für verschiedene miteinander gekoppelte Faktorenpaare in typischer Weise verschieden ist und um die mathematischen Beziehungen zu deuten, die sich zwischen den verschiedenen Prozentsätzen der Durchbrechung der Koppelung (= Neukombinationen) ergeben, entwickelten MORGAN und STURTEVANT schließlich die folgende Theorie: Die Erbfaktoren einer Koppelungsgruppe — d. h. alle Erbfaktoren eines Organismus, zwischen denen sich Koppelungsbeziehungen feststellen lassen — liegen zusammen in demselben Chromosom. Jeder dieser Erbfaktoren ist an eine besondere Stelle des Chromosoms gebunden, und zwar sind die „Loci" der verschiedenen Faktoren hintereinander, serial angeordnet. In zwei homologen Chromosomen liegen dann homologe Gene an homologen Stellen, wie es etwa die Formel $\frac{a\,b\,c\,d\,e\,f}{A\,B\,C\,D\,E\,F}$ veranschaulicht, wo über dem Bruchstrich der Faktorengehalt des einen Chromosoms durch eine Serie rezessiver Gene a b . . . f wiedergegeben ist, und wo unter dem Bruchstrich der Faktorengehalt des Partnerchromosoms dargestellt ist, wobei jedes dominante Allel in der Serie eine Lage einnimmt, die derjenigen seines rezessiven Allels entspricht. Die Chromosomenbrüche, die als Voraussetzung der Neukombinierung auftreten sollen, werden an beliebigen, aber homologen Stellen der beiden Chromosomen erfolgen. Je näher nun zwei Faktoren einander in der Serie liegen (etwa a—b [bzw. A—B]), desto seltener wird ein Bruch gerade zwischen ihnen erfolgen; je weiter sie voneinander entfernt sind (etwa a—d [bzw. A—D]), desto häufiger wird ein Bruch zwischen ihnen vorkommen. Da nun nach MORGAN jeder Bruch dadurch wieder ausgeglichen wird, daß der links von der Bruchstelle gelegene Teil des einen Chromosoms (etwa a b — wenn der Bruch zwischen b und c erfolgte) mit dem rechts von der Bruchstelle gelegenen Teil des *anderen* Chromosoms (C D E F) sich wieder zu einem ganzen Chromosom vereinigt, so ergeben sich auf diese Weise die Neukombinationen a b C D E F und entsprechend A B c d e f. Da diese Neukombinationen nach der Theorie durch Zerbrechen der Chromosomen und darauffolgende Vereinigung ursprünglich nicht zusammengehöriger Teile entstehen, und somit ein *Austausch* homologer Abschnitte zwischen den zwei Chromosomen erfolgt, spricht man von *Austauschkombinationen*. Ist die Koppelung nicht durchbrochen worden, so spricht man von *Nicht-Austauschkombinationen*. Die relative Häufigkeit der Austauschkombinationen hängt, wie wir sahen, von der Entfernung der Gene voneinander in der Serie ab und gibt somit ein Maß dieser Entfernung. Es ist bekannt, wie auf Grund dieser Theorie durch die Bestimmung zahlloser Koppelungsbeziehungen es möglich gewesen ist, bei verschiedenen Organismen, Tieren wie Pflanzen, sog. Chromosomenkarten zu entwerfen — Geraden, auf denen hintereinander in bestimmten Abständen Punkte eingetragen sind, welche die Lage der verschiedenen Erbfaktoren kennzeichnen. In der Behauptung, daß diese Geraden ein mehr oder minder wahres Abbild der optisch nicht erfaßbaren Anordnung der Erbfaktoren in den Chromosomen geben, ist die wesentlichste Folgerung aus der Austauschtheorie enthalten.

In den letzten Jahren ist diese Folgerung, die bei ihrer Aufstellung eine geniale Spekulation gewesen war, und die dann durch mühsamste Untersuchungen zu stützen versucht wurde, zu einer Gewißheit geworden. Es hat sich sowohl mit Hilfe der Analyse mikroskopisch sichtbarer Fragmente von Chromosomen beweisen lassen, daß in verschiedenen Chromosomenteilen verschiedene Erbqualitäten, verschiedene Erbfaktoren enthalten sind, als auch, daß in einem Fragment gerade alle diejenigen Erbfaktoren lokalisiert sind, die man früher auf Grund der rein statistischen Koppelungsanalysen in einem bestimmten, kontinuierlichen Abschnitt der Chromosomenkarte eingetragen hatte. Und durch vergleichende Betrachtung der Ergebnisse zahlreicher solcher Untersuchungen ergab sich eine völlige Bestätigung der Theorie der serialen Anordnung der Gene in den Chromosomen[1].

Man hätte denken können, daß mit diesen Beweisen auch die Grundlage der MORGANschen Theorie gesichert worden sei, nämlich die Vorstellung vom Bruch der Chromosomen und der neukombinierenden Vereinigung der Chromosomenteile. Merkwürdigerweise hat sich aber ergeben, daß das nicht der Fall war. Es fanden sich nämlich zwei Vorstellungen, auf Grund deren sich ebenfalls die wesentlichen Gesetzmäßigkeiten der genetischen Koppelungsanalyse ableiten ließen, und die beide ohne die Hypothese des Bruches von Chromosomen auskommen konnten. Die eine dieser Vorstellungen, die vor kurzem von WINKLER ausführlich entwickelt wurde, nahm an, daß in einer Heterozygoten $\frac{a\,b}{A\,B}$ eine gesetzmäßige Umwandlung (Konversion) der rezessiven Allele in die dominanten Allele erfolge, und auch eine Umwandlung der dominanten Allele in die rezessiven. So könnte unser Bastard z. B. nach der Umwandlung a → A einen Gameten der Konstitution A b bilden oder nach der Umwandlung B → b einen Gameten der Konstitution A b. Diese Konversionstheorie versagte allerdings in einem besonderen, aber entscheidenden Punkte, wie hier nicht näher auszuführen ist. Dagegen wäre es analog der folgerichtigen Durchführung des Konversionsgedankens möglich gewesen, eine zweite Vorstellung, die gelegentlich als Möglichkeit von GOLDSCHMIDT vorgetragen worden war, zu einer Theorie auszugestalten, die allen bisher festgestellten Tatsachen gerecht wurde. Man konnte nämlich annehmen, daß die Chromosomen aus einer Art Skelet- oder Gerüstsubstanz bestanden,

[1] Vgl. C. STERN, l. c.

die nicht die Gene selbst darstellte, sondern an welche die Gene absorbiert seien. Und man konnte sich dann vorstellen, daß in gewissen Stadien die Bindung der Gene an die Chromosomenskelete aufgehoben sei, wobei sich die Gene frei im Kernlumen befänden, und daß die Bindung dann später wieder hergestellt werde. Wenn dann alle Gene, die ursprünglich von einem Gerüst absorbiert waren, an dies selbe Gerüst zurückkamen, so entstand eine Nichtaustauschkombination. Wurden aber nun einige Gene an dem ursprünglichen Gerüst wieder absorbiert, während die anderen Gene an das Gerüst des homologen Chromosoms gelangten und die Allele dieser letzten Gene an das erste Gerüst adsorbiert wurden, so entstanden Chromosomen mit teils ursprünglichen, teils von dem homologen Chromosom abstammenden Genen, also Austauschkombinationen. So würde also Faktorenaustausch nicht auf dem Austausch großer Chromosomenabschnitte beruhen, sondern auf dem Austausch der submikroskpoisch kleinen Gene zwischen den unverändert bleibenden Chromosomengerüsten.

Warum war es nun so schwierig, zwischen den beiden Theorien des Chromosomenstückaustausches und der Genauswechslung eine Entscheidung herbeizuführen? Die Entscheidung konnte offenbar nur durch eine mikroskopische, zytologische Untersuchung geliefert werden. Wenn man auch nicht die Adsorptionshypothese direkt mit Hilfe des Mikroskops prüfen konnte, so sollte sich doch die Austauschtheorie durch die Feststellung, ob Chromosomenstücke ausgetauscht werden oder nicht, beweisen oder widerlegen lassen. Aber alle Versuche, durch direkte Beobachtung während der entscheidenden Vorbereitungsstadien der Reifeteilungen Chromosomenbrüche und neukombinierende Vereinigung der Bruchstücke aufzufinden oder ihr Auftreten mit Sicherheit auszuschließen, blieben ohne die letzte, notwendige Beweiskraft. Die zytologische Analyse dieser Stadien bereitet solche Schwierigkeiten, daß man nur zu Indizienschlüssen kommen konnte.

Es gab jedoch noch einen anderen Weg, das Auftreten oder Nichtauftreten des Chromosomenstückaustausches zu beweisen: nicht durch Beobachtung der vermutlichen Stadien des Zerbrechens und Vereinigens selbst, sondern durch Beobachtung der Resultate der Neukombinationen. Nun lassen sich diese Ergebnisse der Neukombinationen gewöhnlich nicht von den Nichtaustauschkombinationen unterscheiden; denn wenn zwei homologe Chromosomen, die ja in der Regel morphologisch völlig gleich sind, gleiche Teile untereinander ausgetauscht haben, so sehen sie nach dem Austausch genau so aus wie vorher. Auch die bei einigen Organismen bekannten Fälle, wo zwei homologe Chromosomen sich durch geringe Gestaltunterschiede voneinander unterscheiden, helfen uns nicht. Falls etwa das eine Chromosom ein gerader Stab ist, während sein Partner an dem einen Ende gebogen ist, und falls sie die Enden untereinander austauschen, so ist das Ergebnis wieder ein gerader und ein am Ende gebogener Stab — wie vor dem Austausch. Anders dagegen wäre es, wenn das Paar homologer Chromosomen sich an *zwei* verschiedenen Stellen morphologisch voneinander unterscheiden würde, wie es z. B. das Schema Fig. 1 zeigt. Da würde als Ergebnis des

Fig. 1. Schema des Austausches von Chromosomenstücken bei einem Paar „doppelt heteromorpher" Chromosomen: 1. vor, 2. während, 3. nach dem Austausch. Durch die Überkreuzung bei (2) sollen die homologen Stellen bezeichnet werden, an denen die Neukombination der Chromosomenstücke erfolgt.

Chromosomenstückaustausches aus einem geraden glatten und einem gekrümmten, gekerbten Chromosomenpaar ein Paar Chromosomen gerade, gekerbt — gekrümmt, glatt hervorgehen, also zwei Chromosomen, die ursprünglich nicht vorhanden waren. Deshalb galt die Suche einem Organismus mit einem Paar „doppelt heteromorpher" Chromosomen. Spontan, in der Natur, ist bisher kein solcher Fall bekannt geworden. So richtete sich die Aufmerksamkeit auf die Fruchtfliege Drosophila melanogaster, deren experimentelle Bearbeitung ja überhaupt zur Aufstellung der Austauschtheorie geführt hatte und deren normale Chromosomenkonstitution so besonders gut bekannt ist, daß am ehesten Aussicht bestand, Abweichungen, die doppelt-heteromorphe Chromosomenpaare ergeben konnten, aufzufinden. In der Tat hat diese Erwartung schließlich nicht getäuscht. Es fand sich eine Rasse, bei der an das eine Ende des normalerweise stabförmigen X-Chromosom (Fig. 2)

Fig. 2. Schema der Chromosomenkonstitution eines normalen Weibchens von Drosophila melanogaster: zwei Paare zweischenkliger Autosomen, ein Paar kugelförmiger Autosomen, ein Paar stabförmiger X-Chromosomen.

der lange Arm des Y-Chromosoms dauernd angeheftet worden war („$\widehat{XY}$", Fig. 3a). Ferner wurde von H. J. MULLER (Texas) eine Rasse entdeckt, bei der das X-Chromosom etwa in der Mitte seiner Länge für dauernd zerbrochen war, so daß es aus zwei etwa gleich großen Teilen bestand (Fig. 3b). Wenn man nun durch Kreuzung Weibchen erzeugte, die ein X-Chromosom mit Y-Armanheftung und ein dauernd fragmentiertes X-Chromosom enthielten, so besaß man Tiere mit dem

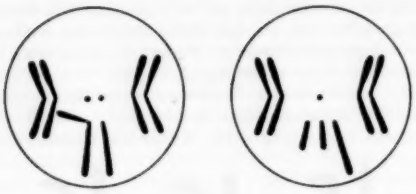

Fig. 3. Schemata der Chromosomengarnituren der beiden Grundstämme. a) weibliche Garnitur mit einem normalen X- und einem $\widehat{XY}$'-Chromosom; b) weibliche Garnitur mit einem normalen X- und einem fragmentierten X-Chromosom. — In Individuen, die das fragmentierte X-Chromosom enthalten, ist gewöhnlich nur eines der kleinen kugeligen Autosomen enthalten, da das andere mit einem der Fragmente verschmolzen ist.

gewünschten doppelt-heteromorphen Chromosomenpaar (Fig. 4). Hier mußte sich das Ergebnis von Chromosomenstückaustausch beobachten lassen können: Falls ein Austausch von Chromosomenstücken im Bereich derjenigen Hälfte des X-Chromosoms erfolgte, an der der Y-Arm an-

Fig. 4. Schema der Chromosomengarnitur mit den doppelt heteromorphen X-Chromosomen: ein X-Chromosom mit Y'-Anheftung, ein fragmentiertes X-Chromosom.

geheftet war („proximale" Hälfte; Fig. 5), so mußte sich nach dem Austausch ein X-Chromosomenfragment *mit* angeheftetem Y-Arm sowie ein völlig normales X-Chromosom ergeben — beides Typen, die ursprünglich nicht vorhanden waren. (Bei Austausch in der „distalen" Hälfte würde kein zytologisch sichtbar werdendes Ergebnis erhalten werden, da das distale Fragment und das $\widehat{XY}$'-Chromosom nur ein einfach heteromorphes Chromosomenpaar darstellen: Untere Enden gleich, obere Enden „verkürzt—lang, mit Anheftung").

Es wurden zwei Hauptversuche angestellt. In dem ersten Versuche handelte es sich um die Frage: Erfolgt überhaupt Austausch von Chromosomenstücken? Die Konstitution der Heterochromosomen der Eltern dieser Versuchsgruppe zeigt die oberste Reihe der Fig. 6. Das Weibchen (links) hatte ein fragmentiertes X-Chromosom und ein X-Chromosom mit Y-Arm ($\widehat{XY}$'); das Männchen besaß ein $\widehat{XY}$'-Chromosom und ein Y''-Chromosom. Dies Y''-Chromosom stellt ein Y-Chromosomenfragment dar, dem im Vergleich zu einem normalen Y-Chromosom die obere Hälfte des senkrechten Schenkels fehlt. Unterhalb von diesen Elterntypen sind die nach der Austauschtheorie zu erwartenden Typen der F_1-Männchen dargestellt, die alle von der Mutter ihr X-Chromosom und vom Vater das Y''-Chromosom erhalten. In der ersten F_1-Zeile finden sich die beiden Nichtaustauschklassen, die je ein X-Chromosom der Mutter in unveränderter Form erhalten haben. In der zweiten F_1-Zeile finden sich die zwei Typen, die je ein X-Chromosom völlig neuer Form enthalten, wie es durch Austausch entstanden ist (vgl. Fig. 5). In der untersten Zeile schließlich ist die Konstitution eines Typus angegeben, der in einem gewissen Prozentsatz auftritt und durch eine Unregelmäßigkeit der Reduktionsteilung entsteht, wobei das proximale Fragment zusammen mit dem $\widehat{XY}$'-Chromosom in dem Eikern bleibt („partielles Nichttrennen"). Faktoriell enthielt das proximale Fragment der Mutter das dominante Gen „Bandäugig" (B), das somit auch in einen Teil der Nachkommen gelangte. Sonst gab es nur normale Gene, also z. B. in allen $\widehat{XY}$'-Chromosomen das normale Allel von „Bandäugig" ($+^B$), also rundäugig. Die Versuchsanordnung war nun so gewählt worden, daß eine Anzahl von Klassen der F_1-Männchen steril blieb. Für Männchenfertilität ist nämlich ein vollständiges Y-Chromosom notwendig. Daß das P-Männchen trotz der Anwesenheit des Y''-Chromosomenfragmentes fertil war, beruht darauf, daß der an das X-Chromosom angeheftete lange Y'-Arm das Y''-Fragment physiologisch zu einem vollständigen Y-Chromosom ergänzte. In den F_1-Klassen (1) und (3) dagegen war nur das Y''-Fragment anwesend. Diese Klassen mußten daher steril sein. Ferner war die Klasse (5) steril, da es sich herausgestellt hat, daß Männchen mit einem überzähligen proximalen Fragment steril sind. So blieben als fertil nur die Klassen (2) und (4) übrig. Alle Männchen der Klasse (2) besaßen runde ($+^B$) Augen. Diese Nichtaustauschklasse interessierte nicht. Alle Männchen der Klasse (4) besaßen „bandförmige" (B) Augen. *Die Anwesenheit fertiler Männchen mit Bandaugen war daher das entscheidende Kriterium für Austausch von Chromosomenstücken im Sinne Morgans.* Es wurden

Fig. 5. Schema des Austausches von Chromosomenstücken zwischen dem $\widehat{XY}$'-Chromosom und dem proximalen Fragment des fragmentierten X-Chromosoms. 1. vor, 2. während, 3. nach dem Austausch.

deshalb 771 F_1-Männchen mit „Bandaugen" durch Kreuzung mit unbefruchteten Weibchen auf ihre Fertilität hin geprüft. Die überwiegende Mehrheit der Männchen erwies sich als steril, sie gehörte also erwartungsgemäß der Nichtaustauschklasse (1) oder auch der letzten Klasse (5) an. *In 14 Fällen jedoch wurde Nachkommenschaft erzeugt.*

Hiermit schien das Vorkommen von Chromosomenstückaustausch bewiesen. Entscheidend konnte aber erst der zytologische Nachweis der Anwesenheit von zwei X-Fragmenten sein, von denen das eine den langen Y'-Arm angeheftet enthielt. Da die Männchen selbst für eine zytologische Untersuchung nicht günstig sind, wurden ihre Töchter zytologisch untersucht, die ja ihr eines X-Chromosom vom Vater erhalten. In zwei Nachkommenschaften fanden sich besondere Verhältnisse, die in einem Falle durch das Auftreten eines schon bekannten, seltenen Vorganges entstanden waren, und im zweiten Falle aus inneren Gründen nicht vollständig analysiert werden konnten. *In den übrigen 12 Nachkommenschaften zeigte sich in zahlreichen Präparaten zweifelsfrei die Anwesenheit der beiden X-Fragmente, von denen das eine den Y'-Arm angeheftet enthielt — also eine Chromosomenform, die bis dahin überhaupt noch nicht bekannt war und durch Chromosomenstückaustausch entstanden war* (Fig. 7).

Damit war das regelmäßige Vorkommen von Austausch von Chromosomenstücken bewiesen. Auch entsprach die verhältnismäßig geringe Häufigkeit des zytologischen Austausches ungefähr der in anderen, rein genetischen Versuchen festgestellten geringen Austauschhäufigkeit zwischen Genen am untersten und obersten Ende des proximalen Fragmentes. Es fehlte jedoch noch der vollständige Nachweis, daß genetischer und zytologischer Austausch in allen Fällen untereinander verbunden sind. Zwar war bereits sicher, daß jeder zytologische Austausch gleichzeitig Faktorenaustausch bedeuten müsse — wegen der bekannten Realität der Faktorenseriierung in den Chromosomen. Aber zu zeigen war noch, daß jeder Faktorenaustausch auf Chromosomenstückaustausch beruht.

Diesem Nachweis diente der zweite Hauptversuch. Hier wurde gleichzeitig der Faktorenaustausch und die Faktorenkoppelung genetisch verfolgt als auch der Chromosomenstückaustausch oder sein Unterbleiben zytologisch festgestellt. Zu fordern war eine absolute Korrelation von genetischem und zytologischem Nichtaustausch sowie von genetischem und zytologischem Austausch. Im einzelnen sei das Wesen der Versuche an der Fig. 8 demonstriert. Oben, bei „P-Individuen" sind die Eltern abgebildet, ein „bandäugiges", „dunkelrotäugiges" Weibchen und ein „rundäugiges", „nelkenrotäugiges" Männchen. Über den Tieren sind die Konstitutionen der Hetero-

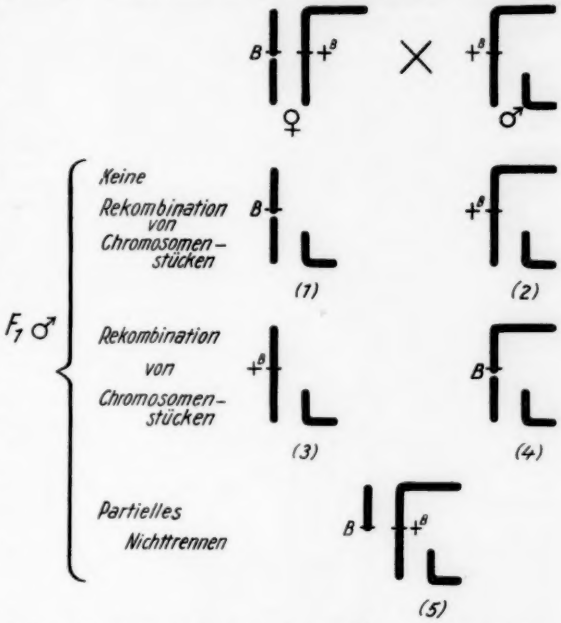

Fig. 6. Schema zum ersten Hauptversuch: ¦ = die beiden X-Chromosomenfragmente. Der Querstrich in dem oberen Fragment zeigt die Lage des Faktors „Bandäugig" (B) an. ⌜ = $\widehat{XY'}$-Chromosom. ⌞ = gleichschenkliges Y''-Chromosom. (Vgl. Text.)

Fig. 7. Schema der Chromosomengarnitur eines Weibchens, das von dem Vater ein fragmentiertes X-Chromosom erhalten hatte, an dessen einem Fragment infolge von Austausch ein Y'-Arm angeheftet war.

chromosomen dargestellt, wie sie auf Grund der Kreuzungen sein mußten, also im Weibchen zwei X-Fragmente und ein $\widehat{XY'}$-Chromosom und im Männchen in ganz normaler Weise ein X- und ein Y-Chromosom. Das Weibchen enthielt heterozygot den dominanten Faktor „Bandauge" (B) und den rezessiven Faktor „nelkenfarbige" Augen (cr), das Männchen enthielt das normale Allel von „Bandauge" ($+^B$) sowie den Faktor „nelkenfarbig". Unter den Tieren sind die Gesamtchromosomensätze dargestellt. Sie wurden bezüglich der Weibchen durch zytologische Untersuchung von Schwestern noch besonders verifiziert. Bei „F_1-Individuen" sind die vier Klassen

von F_1-Weibchen abgebildet, die zu erwarten waren und auch auftraten, nämlich zwei Hauptklassen mit erhaltener Faktorenkoppelung (Nichtaustauschklassen) „Bandauge, nelkenrot" und „rundäugig, dunkelrot" sowie zwei Austausch-X-Chromosom (vgl. „Gametogenese") sollte entweder ein Nichtaustauschchromosom sein — zwei Fragmente oder ein $\widehat{XY'}$-Chromosom — oder es sollte ein Austauschchromosom sein — ein normales X-Chromosom oder zwei Fragmente, davon

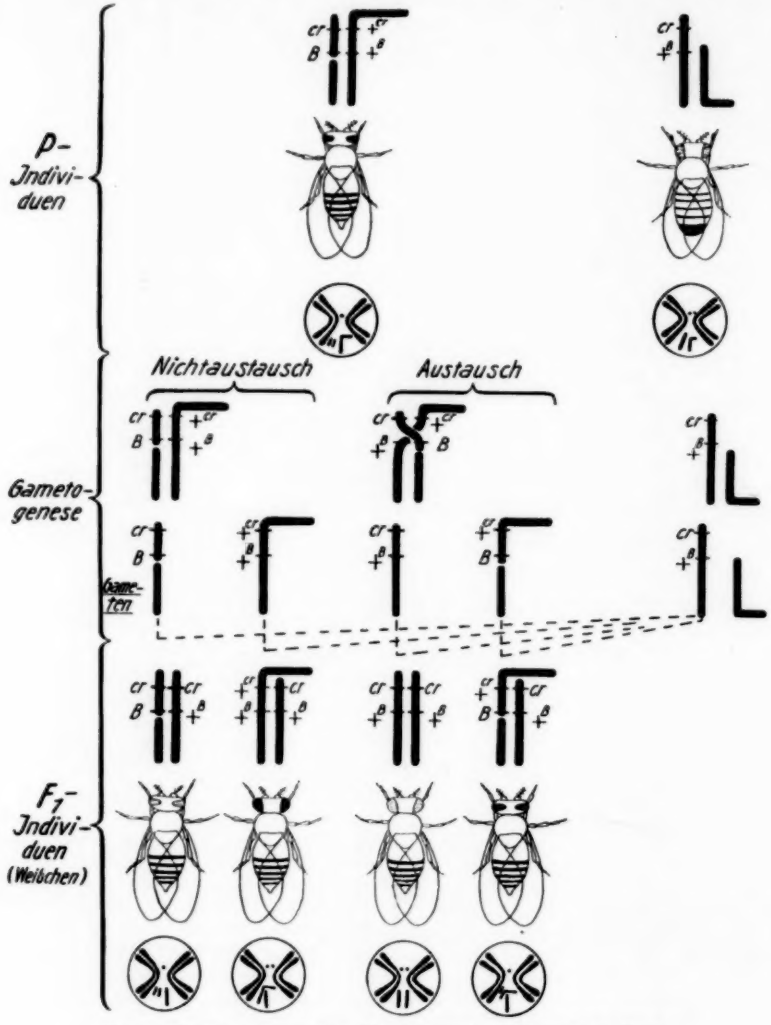

Fig. 8. Schema zum zweiten Hauptversuch. Erklärung im Text.

klassen „rundäugig, nelkenrot" und „Bandauge, dunkelrot". Über den F_1-Weibchen ist jeweils ihre Hetrochromosomenkonstitution angegeben, wie sie auf Grund der MORGANschen Theorie zu erwarten war. Stets sollte ein normales X-Chromosom vorhanden sein, das vom Vater kam; das andere das eine mit dem Y'-Arm. Jedem Individuum der vier Phänotypen sollte ein bestimmter Typ der Chromosomenkonstitution zugeordnet sein. In der untersten Zeile sind die zugehörigen vollständigen Chromosomengarnituren schematisch wiedergegeben. Außer den in der Fig. 8 angegebe-

nen F_1-Klassen konnten noch einige weitere auftreten, von denen die einzig bedeutsame eine Klasse war, die durch das beim ersten Hauptversuch geschilderte „partielle Nichttrennen" entstanden war. Sie sollte das proximale Fragment und das $\widehat{XY}'$-Chromosom von der Mutter erhalten haben, dazu ein X-Chromosom vom Vater. Ihr Phänotypus sollte „Bandauge, dunkelrot" sein, also wie derjenige der zweiten Austauschklasse. Bei der Untersuchung von F_1-Weibchen mit „dunkelroten Bandaugen" war also jedesmal eine von zwei Chromosomenkonstitutionen zu erwarten. In den Versuchen wurde nun dementsprechend die Nachkommenschaft nach ihrer Faktorenkonstitution klassifiziert und dann Vertreter der verschiedenen Klassen mikroskopisch auf ihre Chromosomenkonstitution hin untersucht.

Es war dabei unmöglich, alle Individuen zytologisch zu verarbeiten. Insbesondere bei den großen genetischen Nichtaustauschklassen konnten nur Stichproben gemacht werden, während bei den genetischen Austauschklassen in den wesentlichsten Versuchen möglichst alle Individuen untersucht wurden. Im ganzen konnte die Chromosomenkonstitution von 374 Individuen an Hand von über 1800 völlig klaren Äquatorialplatten bestimmt werden. Die Untersuchung erfolgte dabei hauptsächlich mit Hilfe der gleichzeitigen Fixierung und Färbung herauspräparierter Ovarien mittels Karminessigsäure und darauffolgender Beobachtung der stark flach gepreßten — aber nicht gequetschten — Totalpräparate. Da übrigens in vielen Fällen die Individuen, deren zytologische Konstitution festzustellen war, nicht direkt untersucht wurden, sondern erst ihre Nachkommen (vgl. das beim ersten Hauptversuch Gesagte) und dann zur Erhöhung der Sicherheit der Bestimmung oft mehrere Individuen geprüft wurden, basiert die Arbeit auf einer zytologischen Feststellung der Chromosomenkonstitution von über 700 Individuen.

Im ganzen setzte sich der zweite Hauptversuch aus zwei Gruppen von Versuchen (a und b) zusammen, die wieder je in zwei Untergruppen (α und β) zerfielen. Die Chromosomenkonstitution der P-Weibchen der ersten Gruppe (a) war die in der Abb. 8 wiedergegebene, also zwei X-Fragmente und ein $\widehat{XY}'$-Chromosom. Die Untergruppen unterschieden sich nur durch die Faktorenkonstitution. Die Fig. 8 gab die Faktorenkonstitution der Untergruppe α an, wobei also das Weibchen heterozygot bezüglich „Bandauge" und „nelkenrot" war. In der Untergruppe β war an Stelle des Faktors „nelkenrot" der Faktor „kurzborstig" (bb) in dem proximalen Fragment des P-Weibchens und in dem X-Chromosom der P-Männchen anwesend. Dieser Faktor ist am obersten Ende des X-Chromosoms lokalisiert, also etwas höher als „nelkenrot". Die Unterteilung der Versuche in solche mit Faktorenaustausch zwischen „Bandauge" und „kurzborstig" und solche mit Faktorenaustausch zwischen „Bandauge" und „nelkenrot" hatte im wesentlichen den Zweck, durch Verwendung verschiedener Faktoren die Allgemeingültigkeit der Ergebnisse zu betonen.

Ähnlich war es mit der Bearbeitung der anderen Gruppe (b) des zweiten Hauptversuchs. Hier war die *Chromosomen*konstitution der P-Weibchen verschieden von derjenigen der ersten Gruppe: Es wurden nämlich Weibchen verwendet, die ein normales X-Chromosom besaßen, sowie die zwei X-Fragmente, wobei aber an das proximale Fragment der Y'-Arm angeheftet worden war (die Übertragung des Y'-Arms an das Fragment war dabei in einer früheren Generation durch Austausch mit einem $\widehat{XY}'$-Chromosom erfolgt). Die zytologischen Nichtaustauschnachkommen dieser Weibchen sollten also entweder ein normales X-Chromosom oder die X-Fragmente mit dem Y'-Arm erhalten, während die zytologischen Austauschnachkommen entweder die X-Fragmente ohne die Y'-Anheftung oder ein $\widehat{XY}'$-Chromosom erhalten sollten. In dieser Versuchsgruppe (b) sollten also die Nichtaustauschtiere die Chromosomenkonstitution der Austauschtiere der Gruppe (a) haben, und die Austauschtiere die Chromosomenkonstitution der Nichtaustauschtiere der Gruppe (a). Durch beide Versuchsgruppen zusammen sollte die beiderseitige Möglichkeit von Chromosomenstückaustausch bewiesen werden. Schließlich ist noch hinzuzufügen, daß auch in der Gruppe (b) durch Verwendung der Faktoren „nelkenrot" und „kurzborstig" zwei Untergruppen b, α und b, β unterschieden wurden.

Nun zu den Ergebnissen! Sie sind in der Tabelle zusammengefaßt (enthaltend die Versuche a (α, β), b (α, β) und einen weiteren kleinen Versuch). Es wurden also insgesamt 213 Individuen herausgegriffen, die auf Grund ihrer

Zweiter Hauptversuch	Zahl der Individuen		
	Genetischer und zytologischer Nichtaustausch	Genetischer und zytologischer Austausch	Ausnahmen
a, α	30	28	1 (Irrtum?)
a, β	36	11	1 (erklärbar) 2 (Irrtum?)
b, α	52	55	—
b, β	82	61	1 unerklärt
b, γ	13	1	—
Summe	213	156	5

Faktorenkonstitution als Nichtaustauschtiere bestimmt wurden — sie bestanden etwa zur einen Hälfte aus der einen und zur anderen Hälfte aus der anderen genetischen Nichtaustauschklasse. Alle 213 Individuen besaßen, wie die zytologische Untersuchung zeigte, Nichtaustauschchromosomen, und zwar je nach der Faktorenkonstitution das

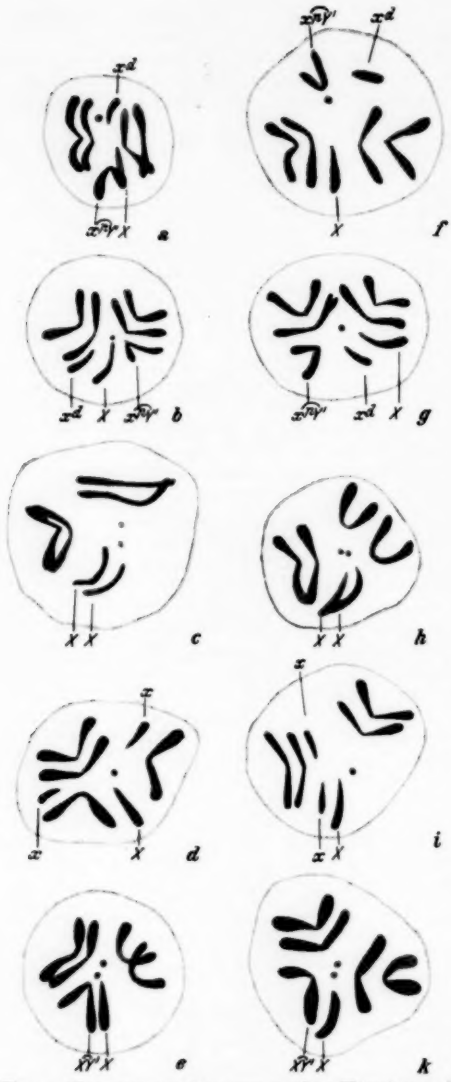

Fig. 9. Chromosomensätze zum zweiten Hauptversuch b, α (1. Vertikalreihe) und b, β (2. Vertikalreihe). X = X-Chromosom. $\widehat{XY'} = \widehat{XY'}$ Chromosom. x = proximales oder distales X-Fragment. $x^p\widehat{Y'}$ = proximales Fragment mit Y'-Arm. x^d = distales Fragment 3750 x.

Horizontalreihen:

1. Reihe: Schwestern von P-Weibchen $x^p\widehat{Y'}\,x^dX$.
2. Reihe: 1. Nichtaustauschklasse $x^p\widehat{Y'}\,x^1X$.
3. Reihe: 2. Nichtaustauschklasse XX.
4. Reihe: 1. Austauschklasse xxX.
5. Reihe: 2. Austauschklasse $\widehat{XY'}X$.

eine oder das andere Nichtaustauschchromosom der Mutter[1]. Es wurden ferner insgesamt 156 Individuen entnommen, die auf Grund ihrer Faktorenkonstitution als Austauschtiere bestimmt wurden. Alle 156 Individuen besaßen, wie die zytologische Untersuchung zeigte, Austauschchromosomen — von einer Form, wie sie in dem P-Weibchen überhaupt nicht anwesend gewesen war, — und zwar je nach der Faktorenkonstitution den einen oder den anderen zu erwartenden Typ der Austauschchromosomen (Fig. 9 und 10). In der letzten Spalte der Tabelle sind außerdem 5 Individuen verzeichnet, die nicht der Erwartung entsprachen, da entweder genetisch Austausch erfolgt war, aber Nichtaustauschchromosomen vorhanden waren, oder es sich umgekehrt verhielt. Einer dieser Ausnahmefälle konnte auf eine an sich wichtige, in unserem Zusammenhang jedoch bedeutungslose Besonderheit des Faktors „Bandauge" zurückgeführt werden, bei 3 Ausnahmen war bei der Klassifikation wahrscheinlich ein Irrtum unterlaufen, der letzte Fall blieb ungeklärt.

Diese Fälle sind offenbar ohne wesentliche Bedeutung. So bleibt die Tatsache, *daß eine vollständige Korrelation zwischen genetischem Faktorenaustausch und zytologisch nachgewiesenem Chromosomenstückaustausch besteht. Genetischer und zytologischer Austausch erfolgen gemeinsam.*

Diesen Ergebnissen, welche die Gültigkeit der MORGANschen Theorie des Faktorenaustausches bei dem genetisch best analysierten tierischen Organismus erwiesen haben, entsprechen vollständig die Ergebnisse einer Untersuchung der genetisch best analysierten Pflanze. Beim Mais haben CREIGHTON und MCCLINTOCK [Proc. nat. Acad. Sci. U.S.A. **8**, 492–497 (1931)] ein doppelt heteromorphes Chromosomenpaar verfolgt, bei dem das eine Ende den Unterschied verdickt-unverdickt, das andere Ende den Unterschied verlängert-unverlängert zeigte. Unter den Nachkommen solcher Individuen gelang es ihnen, alle vier Typen von Chromosomen aufzufinden, nämlich die Nichtaustauschtypen „verdickt, verlängert" und „unverdickt, unverlängert" sowie die durch Chromosomenaustausch entstandenen Austauschtypen „verdickt, unverlängert" und „unverdickt, verlängert". Die Zahlen, durch welche dieser Chromosomenstückaustausch bewiesen wurde, sind recht erheblich; die Individuenzahlen der vier Klassen waren 47:52:37:28. Auch ein Versuch, bei dem gleichzeitig mit der zytologischen Untersuchung genetisch Austausch und Koppelung von Faktoren verfolgt wurde, die ihren Sitz in dem doppelt-heteromorphen Chromosomenpaar haben, wurde angestellt. Soweit die allerdings bisher sehr wenig umfangreichen Zahlen anzeigen — es wurden 27 F_1-Individuen untersucht, von denen

[1] Die Individuen, deren Chromosomenkonstitution auf partielles Nichttrennen zurückzuführen war, wurden in der Gruppe b der Nichtaustauschklasse und in der Gruppe a der Austauschklasse zugerechnet.

ACHTER JAHRGANG MÄRZ 1932 • Nr. 1/2

MITTEILUNGEN DER GESELLSCHAFT DEUTSCHER NATURFORSCHER UND AERZTE

Richard von Wettstein.

Ein unerbittliches Geschick hat Österreich, der Wiener Akademie der Wissenschaften und der Wiener Universität einen ihrer bedeutendsten Männer entrissen, und mit ihnen trauert Deutschland und die wissenschaftliche Welt um einen der Großen.

Am 10. August starb in Trins bei Steinach in Tirol auf seinem Landsitze Hofrat Professor Dr. RICHARD RITTER VON WETTSTEIN-WESTERSHEIM, Vizepräsident der Akademie der Wissenschaften in Wien, Senator der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens. Mit ihm ist eine überragende Persönlichkeit, als Gelehrter, Forscher und Lehrer ein Charakter von lauterster Reinheit und ein im innersten Wesen edler ritterlicher Mensch von uns geschieden. Ein wissenschaftlicher Geist von seltener Größe, war er geehrt in der gesamten gelehrten Welt. Als kerndeutscher Mann aufrechten zielbewußten Charakters, der in einem einigen Groß-Deutschland und im Zusammenschluß aller Deutschen stets die Zukunft seines Volkes vor Augen hatte, für das er arbeitete, lebte und lehrte, war er abhold jedem Anschmiegen an augenblicklich führende, einseitig betonte Strömungen. Ihm schwebte nur eines vor: das große zu erstrebende Ziel, für das er unermüdlich und mit der ganzen Kraft seiner Seele kämpfte, deutsches Schaffen und das Aufwärtsführen unseres Volkes zu einiger Größe und Geltung. Mit weitem Blick war er erhaben über Kleinzügigkeit, Kleinhader und Partikularismus in Wissenschaft und Politik. So stand er als Mann lautersten Denkens hoch über jedem Parteigetriebe und bezwang mit versöhnlicher ausgleichender Güte alle Herzen. Eine seltene Gabe der Menschenbehandlung war ihm verliehen, und durch sie vermochte er auch dort, wo wohl fast jeder andere versagt hätte, die Menschen zu gewinnen, Gegensätze auszugleichen und den Kern jeder Sache zu fördern. Wurde er als treuer Sohn seiner Heimat geehrt und verehrt, ja so sehr, daß er sogar zum Bundespräsidenten für Österreich ausersehen war, so ehrte ihn Deutschland darin, daß es ihn zum Senator der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft erwählte und als Präsidenten dieses Reichsinstitutes, an dem die ersten Gelehrten deutscher Zunge wirken, in Aussicht nahm.

Als Führer wirkte er auch im Zweige der deutschen Notgemeinschaft, in der österreichisch-deutschen Wissenschaftshilfe, deren Schaffung unmittelbar mit seinem Namen verknüpft ist. In geziemender Dankbarkeit gedenken wir der rührenden Huldigung, die den Manen unseres WETTSTEIN dargebracht wurde, indem Exzellenz Staatsminister SCHMIDT-OTT an sein offenes Grab trat und von ihm in edler Herzenswärme namens der deutschen Notgemeinschaft Abschied nahm.

WETTSTEIN wurde im Jahre 1863 in Wien als der Sohn eines Privatbeamten geboren. Seine Abstammung schlägt väterlicherseits ihre Wurzeln in schweizerischen Boden und drückte ihm wohl in der markigen Gestalt, in dem schlichten, kräftigen und doch bewußten Wesen ihren Stempel auf. Die naturwissenschaftliche Begabung dürfte ihm von der Seite seiner Großmutter her geworden sein, die sich mit besonderem Interesse mit naturwissenschaftlichen Problemen befaßt hatte. WETTSTEIN besuchte in Wien das Gymnasium im IX. Bezirk und war dauernd Vorzugsschüler. Das einzige „befriedigend" im Maturitätszeugnis erhielt er in Latein, während alle Noten aus den naturwissenschaftlichen Fächern vorzüglich waren. In den ersten Jahren lebte er auf sich angewiesen „in Kost" und erst später nach der Übersiedelung seines Vaters nach Wien in der eigenen Familie. Ehrend für ihn wie für das Gymnasium, an dem er studierte, ist sein Urteil darüber, was ihm das Gymnasium bot. Er kennzeichnet es wie folgt: „Die Erziehung zum Idealismus! Ohne Idealismus gibt es kein erfolgreiches wissenschaftliches Arbeiten und keine wahre akademische Wirksamkeit. Der Idealismus, den das humanistische Gymnasium so sehr fördert, bestimmt den Menschen auch in jedem anderen Beruf dazu, seine Tätigkeit nicht auf den persönlichen Vorteil, sondern auf das allgemeine Wohl einzustellen." Und er lobt das Gymnasium als eine Stätte, an der „der Geist scheinloser Arbeit" geherrscht habe und eine echte demokratische Weltauffassung in die Schüler verpflanzt worden sei. Wenn er als reifer Mann auch davon überzeugt war, daß im Unterricht, insbesondere in dem lebender Sprachen, manche Wandlung geschaffen werden solle, so wünschte er doch, daß der alte Geist gewahrt bleiben möge.

Sein ausgesprochen zeichnerisches Talent und auch die musikalische Begabung im Violinspiel, die er in der Gymnasialzeit gezeigt hatte, erfuhren später keine tätige Auswirkung mehr, doch blieb er stets Kunstfreund und feinsinniger begeisterter Besucher von Kunststätten und Konzertsälen.

Im Jahre 1880 bezog er die Universität Wien und studierte zuerst neben Medizin Naturwissenschaften. Die Medizin vermochte ihn aber nicht anzuregen und so wandte er sich ganz den letzteren zu. Schon im Jahre 1883, also mit 20 Jahren, promovierte er und wurde noch im selben Jahre Assistent bei KERNER VON MARILAUN am Botanischen Institut in Wien. WIESNER, SÜSS, TSCHERMAK und STEFAN waren seine Lehrer, denen er immer dankbar blieb. Nun diente er sein Einjährig-Freiwilligen-Jahr. Von seiner unglaublichen Arbeitskraft zeugt, daß er schon um 4 Uhr früh vor dem Dienst ins Institut kam und an seinen Forschungen weiterarbeitete. Sein Regiment gab ihm zur Probevorlesung, die er in Uniform hielt, Urlaub, und sein Oberst — gewiß ein seltener Fall — wohnte dieser bei. Im 23. Lebensjahr war er schon für Botanik in Wien habilitiert. Im Jahre 1888 wurde er zum Adjunkten ernannt und 1892, also mit 29 Jahren, als Ordinarius und Direktor des Botanischen Institutes an die Deutsche Universität Prag berufen. Schon 2 Jahre früher hatte er die Tochter seines Lehrers, ADELE VON KERNER, geheiratet, mit der er in glücklichster Ehe bis zu seinem Ende verbunden blieb. Der Ehe sind drei Söhne entsprossen: FRITZ, Ordinarius für Botanik in München, OTTO, ein als Naturforscher am Naturhistorischen Museum in Wien wirkender Gelehrter, und WOLFGANG, der sich der Landwirtschaft zuwendete und am Züchtungsinstitut der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in Berlin arbeitet.

War die erste Entwicklung WETTSTEINS schon geradezu sprunghaft erfolgt, so gestaltete sich auch der weitere Lebenslauf in stürmischer Form. Schon im Jahre 1895 wurde WETTSTEIN zum korrespondierenden Mitglied der Wiener Akademie gewählt, 1899 übernahm er als KERNERS Nachfolger die Lehrkanzel für Botanik in Wien und schuf dann das neue Botanische Institut und den Botanischen Garten, die er im Jahre 1905 mit einer glänzenden Ansprache eröffnete, nachdem er schon vorher in Prag ein neues Institut geschaffen hatte. In meisterhafter Organisation errichtete er hier eine Stätte, an der das gesamte Gebiet moderner pflanzlicher Stammesforschung mit allen Hilfswissenschaften in Forschung und Lehre betrieben werden kann. Ihm verdankt die Wiener Universität eine einzigartige botanische Schausammlung, die für viele andere Institute vorbildlich wurde und einen erlesenen erzieherischen Wert dadurch besitzt, daß in trockenen und konservierten Pflanzen mit Bildern, Karten und Rohprodukten Aufweisungen über die praktische Anwendung, über Standorte und biologische Eigenart gegeben werden, wodurch eine lebendige Naturgeschichte des Pflanzenreiches aufgebaut ist. Die Schaffung alpiner Gärten sowie die von Versuchsgärten ist sein Werk.

Von 1884—1889 redigierte WETTSTEIN die Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft, seit 1889 gab er die Österreichische Botanische Zeitschrift heraus, und später erscheint er als Mitherausgeber der Zeitschrift für induktive Abstammungs- und Vererbungslehre. Im Jahre 1900 war er bereits wirkliches Mitglied der Akademie, und 1919 wurde er zum Vizepräsidenten der Akademie und Präsidenten der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse gewählt. Im Jahre 1901 hatte er an der so sehr erfolgreichen Südbrasilianischen Expedition der Akademie der Wissenschaften teilgenommen und reiches Schau-, Unterrichts- und Forschungsmaterial mit nach Hause gebracht. In den Jahren 1909/10 bekleidete er das Amt des Dekans der philosophischen Fakultät, und zu Beginn des Krieges stand er mit fester Hand als Rektor am Steuer der Universität. Seine Rektoratsrede über die Grundauffassung der deutschen Universität in Wissenschaft und Forschung war ein Meisterwerk nach Inhalt und Rhetorik. Sechs Jahre gehörte er dem Senat als Senator an, aber auch außer der Zeit seiner akademischen Ämter war WETTSTEIN, als der beste Kenner der Universitätsgesetze und aller Einrichtungen der Universität, in allen schwierigen Fragen Berater. Seine wohlwollende Güte, die unerschütterliche Ruhe und Sachlichkeit brachten es mit sich, daß seine Autorität ungeteilt anerkannt wurde. Immer war daher sein Votum ein ausschlaggebendes. Große Verdienste erwarb er sich um die Ausgestaltung der volksbildnerischen Kurse an der Universität, ihm war die Ausdehnung der schon an der medizinischen Fakultät bestehenden Fakultätsfürsorge auf die ganze Universität zu danken, er schuf eine Hilfsaktion für unbemittelte Mitglieder des Lehrkörpers der Universität und für deren Witwen. Die Leitung der Hilfsaktionen nach dem Krieg lag in seiner Hand, und ihm ist auch die Errichtung des Universitätsspitales während des Krieges zu danken, das unter seiner Führung stand. Für die Studentenschaft schuf er Spiel- und Sportplätze, die Gründung eines Studentenheims unter seiner tatkräftigen Mitwirkung zeugen für seine Verdienste, die er sich um die Universität erwarb. Die Regierung ehrte ihn auch dadurch, daß sie ihn frühzeitig in das Herrenhaus als Mitglied berief.

Der Verlust, den die Akademie der Wissenschaften durch den Tod WETTSTEINS erleidet, läßt sich kaum gebührend kennzeichnen. Er war stets Vertreter der Akademie bei allen wichtigeren Anlässen im In- und Auslande, sein ganz ungewöhnliches Geschick in der Leitung und Beeinflussung von Verhandlungen, die wohlwollende, zum Herzen sprechende Güte und ein stets scharf wägendes abgeklärtes Urteil neben überragender Sachkenntnis stempelten ihn zum Führer. In allen das Kartell der Akademien betreffenden Fragen und den heiklen und schwierigen Problemen, die sich aus der Gegnerschaft der Akademien des ehemals feindlichen Auslandes ergaben, wie in der Neuanbahnung wissenschaftlicher internationaler Beziehungen war WETTSTEINS Rat und Eingreifen in die Verhandlungen von ganz unschätzbarem Werte. In liebenswürdiger, konzilianter Weise und in einem Entgegenkommen bis an die Grenzen des Möglichen behielt WETTSTEIN immer die hohe Würde und den Stolz des führenden deutschen Forschers und des Präsidenten bei. Sein Verdienst ist es auch, ein Zusammenarbeiten Österreichs mit Deutschland

bei gemeinsamen wissenschaftlichen Unternehmungen durch Übereinkommen mit der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft in der Fortführung der Arbeiten des Sonnblick- und Hochobir-Observatoriums und in jenem der Biologischen Station in Lunz in die Wege geleitet zu haben. Auf seine großen Verdienste um die Schaffung der österreichisch-deutschen Wissenschaftshilfe, der unsere österreichischen Forscher eine vorher niemals zu erhoffende Förderung verdanken, wurde schon hingewiesen. Der Biologischen Station im Prater gehörte WETTSTEIN dauernd als deren Kurator an, und sein Verdienst ist es, daß auch dieses Forschungsinstitut bisher arbeitsfähig erhalten werden konnte.

Der Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte gehörte WETTSTEIN durch viele Jahre als hochgeschätztes Mitglied an. In vorbildlicher Weise leitete er im Jahre 1908 die Naturforscherversammlung in Köln, und unentwegt arbeitete er im wissenschaftlichen Ausschusse der Gesellschaft.

Noch kurz vor seinem Ende durchquerte WETTSTEIN (1930) auf einer gemeinsam mit seinem Sohne FRITZ durchgeführten Expedition Süd-, West- und Deutsch-Ostafrika. Fast unglaublich sind die physischen Leistungen, die hierbei sein Körper ertrug. Etwas abgemagert und abgespannt kehrte er zurück, wir alle hofften, daß er sich bald wieder zu alter Kraft und Rüstigkeit erholt haben würde, und daß der immer noch unermüdlich Schaffende wieder vollkommen hergestellt werden würde. Es kam anders. Noch zu Anfang Juni referierte er bei der Tagung der Wissenschaftshilfe in Innsbruck, schon die Zeichen schweren Leidens in die Züge geprägt. In Wehmut äußerte sich Exzellenz SCHMIDT-OTT bei seinem Anblick: „Dies war unsere große Hoffnung!" Tiefergriffen vernahmen wir im August, daß die Saiten ausgeklungen hatten.

Als Nichtfachmann kann es nicht meine Aufgabe sein, das wissenschaftliche Werk des Botanikers WETTSTEIN zu würdigen. Die Verleihung des Ehrendoktorates der Universität Bonn, die Erwählung zum Senator der Kaiser Wilhelm-Gesellschaft, die Mitgliedschaft der Akademien von Berlin, München, Göttingen, Stockholm, Philadelphia, Boston, Oslo, Mailand und Leningrad und die Ehrenmitgliedschaft vieler gelehrter Gesellschaften und Institutionen bezeugen, wie hoch die wissenschaftliche Stellung WETTSTEINS gewertet wurde, und wie der Glanz seines wissenschaftlichen Namens in der ganzen gebildeten Welt geehrt wurde. Nur wenige Worte sollen daher Hauptzüge aus seiner Lebensarbeit als Forscher kennzeichnen. Für WETTSTEIN war jede Pflanze ein lebendes Wesen, dem Anlage und Umwelt ihren besonderen Charakter, phylo- und ontogenetisch, genotyp und phänotyp, in innigem Zusammenwirken aufgeprägt haben. Ihm wuchs dadurch die systematische Botanik weit über den Rahmen eines deskriptiv-morphologischen Systems hinaus. Sie wurde für ihn zur lebenden Wissenschaft, die die Probleme der Formgestaltung entwicklungsgeschichtlich aus den Gesetzen der Vererbungslehre *und* aus dem Auftreten von Eigenschaften durch den Kampf ums Dasein zu erklären sucht. Sein in dritter Auflage erschienenes Handbuch der systematischen Botanik stellt in diesem Sinne ein einzigartiges „stammesgeschichtliches Glaubensbekenntnis" vor, in dem ein überwältigend umfassendes Wissen fesselnd für den Fachbotaniker ebenso wie für jeden Biologen niedergelegt ist, das in der weitausschauenden Höhe der Darstellung geradezu als ein Monument auf dem Gebiete der Naturwissenschaften bezeichnet werden kann. In solcher Art dürfte heute von einem einzigen Forscher ein derartig vollständiges und umfassendes botanisches Werk wohl kaum mehr geschrieben werden können. Ein Beispiel, das so recht die Forschernatur WETTSTEINS kennzeichnet, bilden seine Untersuchungen über die Wiesenpflanzen. WETTSTEIN zeigte an Einzelbeispielen die entwicklungsgeschichtliche Auswirkung des Mähens der Wiesen, die sich darin ausdrückt, daß ein Teil der Pflanzen zur Erhaltung der Art eine kurze überstürzte Vegetationsperiode eingeht und so schon vor der Mahd blüht und Samen bildet (Enzian), während andere Pflanzen zurückbleiben, sich gewissermaßen unter der Sense ducken, um von ihr verschont zu werden, und erst nach der Mahd wachsen und fruchtbare Sprosse treiben (Augentrost). In diesem Sinne spricht WETTSTEIN von einem „Saison-Dimorphismus" der Pflanzen, der dem Zwecke der Erhaltung der Flora dient. Auch seine Studien über den Schutz der im ersten Frühjahr aus der Erde stoßenden Schneeglöckchenblütenanlagen wie überhaupt seine Arbeiten über die Ausbildung von Schutzeinrichtungen der Pflanzen kennzeichnen seine, dem Problem „Form und Anpassung an die Umwelt" zugewendete Einstellung. Immer waren es die großen Probleme der Artentstehung, die fast allenthalben in der Fülle seiner kleinen und größeren Arbeiten auftauchen, und die den Grundgedanken in der Hauptrichtung seines Forschens kennzeichneten. Durch die von ihm ausgebaute „geographisch-morphologische Methode" der Pflanzensystematik belebte er die Botanik in der vielfältigsten Weise. Er schritt auf diesem Gebiete auf den Wegen seines Lehrers v. KERNER fort und weit über diese hinaus. Er konnte zeigen, daß nahe verwandte Arten in jüngerer Zeit durch die Wirkung von Außenfaktoren, auch wenn sie aus *einer* Stammesart hervorgegangene Tochterarten sind, einander oft geographisch ausschließen, und daß an den Grenzen ihrer Verbreitungsgebiete sich Übergangsformen einschieben. Zahlreich sind WETTSTEINS Arbeiten, die in das pflanzenzüchterische Gebiet eindringen, und die immer wieder das Ineinandergreifen erblicher Eigenschaften und die Wirkung äußerer Umweltfaktoren behandeln. Hier sei auch der Feststellung WETTSTEINS gedacht, daß funktionslos gewordene, rückgebildete Organe von Pflanzen dann, wenn die Umwelt ein Wiederaufleben der Funktion fordert, niemals wieder rückläufig funktionstüchtig werden, und daß andere Stellen der Pflanze dann Neues schaffen, um der Forderung nach Erhaltung des Lebens und der Art gerecht zu werden. WETTSTEIN zeigte auch, daß der Kreuzung in der freien Natur artbildende Bedeutung zukommt, daß aber neben den reinen

Fortpflanzungsfaktoren immer die Einflüsse von Klima und Boden u. a. mitbestimmend sind und den geschichtlichen Werdegang der Flora beeinflussen. So vermag man aus der Flora auf die geschichtliche Wandlung eines Klimas und aus dem Klima auf die Wandlung der Pflanzenformen zu schließen. Die allbekannten Untersuchungen WETTSTEINS über die interglaziale, fossile Flora der Höttinger Breccie und über Rhododendron ponticum zählen zu Marksteinen in der Entwicklung biologischer Forschung, über die auch ein schöner Aufsatz im Alpenvereins-Jahrbuch berichtete. Es kann nicht auffallend erscheinen, wenn WETTSTEIN vorerst der Lehre MENDELS mit einer gewissen Zurückhaltung gegenüberstand und gerade mit Rücksicht auf die Fortbildung und Umprägung erworbener Eigenschaften gegenüber einer starren Lehre unveränderlicher Gene immer wieder die Bedeutung der Umweltfaktoren neben die genotype Anlage stellte.

Von gleicher Bedeutung wie als Forscher war WETTSTEIN als Lehrer und Vortragender. Ein ausgeglichener, ruhiger, überlegener Redner, der fesselnd und formvollendet sprach, stand er vor seinen Zuhörern. Jeder Satz war klar, richtig und wahr, niemals war sein Sprechen auf äußeren Erfolg gerichtet oder überhastet, ihm fehlte jede Pose und jede auf äußeren Erfolg abzielende Geste. In hohem Ernst fesselte er durch den Inhalt seiner Rede und errang sich die Bewunderung seiner Hörer durch die überragende Weite seines umfassenden Wissens. Und ebenso bewährte er sich in jeder Debatte. Maßvolles, versöhnendes Einfühlen auf den Anderen kennzeichnete sein Verhalten, das stets bestrebt war, der Sache zum Erfolg zu verhelfen. Niemals tat WETTSTEIN, auch wenn er noch so sehr dazu berechtigt gewesen wäre, den geringsten Schritt in das Persönliche. So fand er immer wieder einen Weg zu einem gegenseitigen Verstehen und zu einem Ausgleich der Meinungen.

Selbst ein knappes Bild der Persönlichkeit WETTSTEINS wäre nicht einigermaßen zureichend gezeichnet, würde man nicht auch seiner öffentlichen Tätigkeit gedenken. WETTSTEINS Leistungen auf dem Gebiete der Volksbildung, all sein Arbeiten auf dem Gebiete des Hochschul- und Mittelschulunterrichtes bleiben unvergängliche Verdienste.

Die Stadt Wien erwählte ihn zum „Bürger" in Dankbarkeit für seine Beratung bei der Ausschmückung Wiens als Gartenstadt. Die Österreichische Gartenbaugesellschaft erwählte ihn in Dankbarkeit zum Ehrenpräsidenten. Seine Verdienste um die Beratung bei der Errichtung von botanischen Gärten sind allgemein anerkannt und haben in vielen Ehrungen Ausdruck gefunden. Ihm ist die Rettung des Sonnblickvereins aus schwierigsten Verhältnissen zu danken.

Von ganz besonderer Bedeutung ist aber die Lebensarbeit, die er in der Österreichisch-deutschen Arbeitsgemeinschaft als deren Präsident leistete. Seinem Geschick und Takt und seiner Unermüdlichkeit, aber auch dem uneingeschränkten Vertrauen, das er bei Freunden und Gegnern in vollstem Maße genoß, war es zu danken, daß sich in der Arbeitsgemeinschaft die angesehensten Männer Österreichs aller Parteirichtungen zusammenschlossen in einem einmütigen Bestreben, die Wege für einen Zusammenschluß aller Deutschen zu ebnen und zum mindesten jetzt schon eine weitgehende Angleichung zwischen den Gesetzen und Verordnungen der beiden Brudervölker zu erreichen. Ihm ist u. a. zu einem guten Teil das meiste von dem zu verdanken, was bisher in den Fragen der Rechtsangleichung und der Studienangleichung erreicht worden ist, und auf sein Werk ist auch das Zusammenarbeiten der Rektoren der deutschen und österreichischen Hochschulen zurückzuführen.

In WETTSTEINS Grundwesen lag ein durch und durch nationales Empfinden, das sich aber niemals in flackernden äußerlichen Phrasen oder äußerer Aufdringlichkeit äußerte, sondern als ruhiges Licht allen denen voranleuchtete, „die guten Willens sind". Ihm war das nationale Empfinden innere Selbstverständlichkeit. Er war aber in seiner großzügigen Auffassung nicht der Mann, der in jeder Nuance andersartigen nationalen Denkens eine Ketzerei erblickt hätte und jeden, der andere Wege als richtig erachtete, als er sie in seiner sachlich ruhigen überlegenden Art sah, als nationalen Verräter betrachtet hätte. Ihm handelte es sich um ein Zusammenfassen *aller* zu gemeinsamem großem Werk und zu positiver Arbeit. Und so ließ er jedem seine Überzeugung; nur sollte sie dienstbar werden zum Erfolg der großen deutschen Sache. WETTSTEIN kannte wohl politische Gegner; nicht um Haaresbreite wich er von seiner nationalen und demokratischen Einstellung ab, aber er schätzte dessen ungeachtet jeden Gegner in seiner Überzeugung und wurde dessen Weltauffassung gerecht. Darum kannte er auch keine politischen Feinde.

WETTSTEIN war durch und durch Österreicher im besten Sinne des Wortes.

Durch die Liebenswürdigkeit und durch das Versöhnende seines wohlwollenden Wesens, durch seine von überragender Verstandesschärfe getragene Sachlichkeit gewann er die Herzen aller, auf die der Zauber seiner Persönlichkeit wirkte. In ihm paarten sich aufrechte, treue deutsche Gesinnung mit den Eigenschaften eines vornehmen Charakters und einer gottbegnadeten Begabung als Forscher und Lehrer in einem Zusammenklang reinster Harmonie. Deutsche Art verlor in ihm das Vorbild eines Führers, eines Gelehrten und Politikers von weit ausschauendem Blick und geradezu unermeßlicher Arbeitskraft.

In Dankbarkeit und Verehrung gedenken wir seines Wirkens. Wenn düstere wehmutsvolle Trauer um ihn unsere Sinne durchzieht, so steht doch leuchtend für immer das edle reine Bild des großen Mannes und des Freundes vor unserer Seele.

A. DURIG, Wien.

Faraday-Gedenkfeier

und Hundertjahrfeier der British Association for the Advancement of Science.

London, im September 1931.

Im Frühjahr 1931 trafen bei unserer Gesellschaft Einladungen zur *Faraday-Feier* und zur *Hundertjahrfeier der British Association for the Advancement of Science* ein.

Da die Vorsitzenden unserer Gesellschaft infolge anderweitiger Verpflichtungen verhindert waren, in der zweiten Hälfte des September nach London zu fahren, wurde der geschäftsführende Sekretär beauftragt, die Vertretung der Gesellschaft in London zu übernehmen und zusammen mit dem Dank für die Einladungen der British Association die besten Wünsche für eine fernere Wirksamkeit auszusprechen.

Ich habe in den Tagen vom 20. bis 28. September 1931 eine Woche in London verbracht, die unverlöschliche Eindrücke hinterlassen hat.

Sowohl die *Faraday-Feier* wie die *Hundertjahrfeier* waren mit größtem Geschick und bestem Takt vorbereitet und wurden zu allseitiger Zufriedenheit der Teilnehmer durchgeführt.

Gelegentlich des Empfangs der auswärtigen Delegierten am Mittwoch, dem 23. September 1931, überreichte ich im Auftrag unserer Gesellschaft die *Ökendenkmünze*, die für die Hundertjahrfeier *unserer* Gesellschaft im Jahre 1922 in Leipzig von Herrn Prof. Dr. Otto Kleinschmidt geschaffen worden war, und eine in der Buchbinde-Werkstatt Eva Aschoff hergestellte *Adresse*, die folgenden Text hatte:

„Freiburg i. Br. und Leipzig, 15. September 1931. Die Gesellschaft deutscher Naturforscher und Ärzte entbietet ihrer hochberühmten Schwestergesellschaft, der British Association for the Advancement of Science bei der Vollendung des ersten Jahrhunderts ihrer erfolggekrönten Tätigkeit die besten Wünsche für ferneres segensreiches Wirken auf dem Gebiet der Erkennung und Beherrschung der Naturkräfte.

Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte.

Der Vorstand: Ludwig Aschoff. — Der Sekretär: B. Rassow."

Das nahe Verhältnis, in dem die British Association zu den deutschen Naturforscherversammlungen steht, wurde dadurch besonders hervorgehoben, daß in der *Festschrift der British Association* das zweite Kapitel überschrieben ist: „Die Versammlungen deutscher Naturforscher und Ärzte"; hier wird ausführlich dargetan, daß diese deutschen Veranstaltungen Veranlassung und Vorbild für die Gründung und Einrichtung der britischen Versammlungen gewesen sind.

Ich habe in der Sitzung am 17. Oktober 1931 dem Vorstand über die beiden Feiern berichtet.

Wir bringen im folgenden den ausführlichen Bericht, der in der Z. angew. Chem. H. 1 (1932) abgedruckt ist, mit gütiger Erlaubnis der Schriftleitung dieser Zeitschrift.

Die Faraday-Feier in London.

London, 21. bis 25. September 1931.

Michael Faraday hat in der Royal Institution in London seit dem Jahre 1813, in welchem er Assistent von Humphry Davy und im Jahre 1829 dessen Nachfolger als Direktor des Laboratoriums wurde, bis zu seinem Tode gewirkt. Im Laboratorium der Royal Institution hat er seine zahlreichen epochemachenden Entdeckungen auf dem Gebiete der Chemie, der Elektrochemie und der Physik gemacht. Hier fand er im Sommer 1831 die Volta- oder Magnetinduktion des elektrischen Stromes, die zum Ausgangspunkt der modernen Elektrizitätslehre und ihrer Anwendung auf fast allen Gebieten unseres Lebens geworden ist.

Die „Royal Institution von Großbritannien" und die „Institution der Elektroingenieure" veranstalteten eine Feier gelegentlich der hundertjährigen Wiederkehr jener bedeutungsvollen Entdeckung, zu der sie die auf den entsprechenden Gebieten tätigen wissenschaftlichen und technischen Vereinigungen der ganzen Welt geladen hatten. So fanden sich über 600 Vertreter von Akademien, Hochschulen und Vereinen am 20. September in London zusammen. Von deutscher Seite waren u. a. die Professoren Bodenstein, Debye, Fajans, Feyerabend, Heisenberg, Hevesy, G. Hoffmann, Matschoss, Conrad Müller, W. J. Müller, Orlich, Paneth, Rassow, Schiebold, K. W. Wagner und Willstätter erschienen.

Die Feier begann am Nachmittag des 21. September mit einem *Empfang* und einer *Vorstellung der Delegierten* in dem Hörsaal der Royal Institution. In dem gleichen Raum hat schon Faraday seine berühmten Vorführungen veranstaltet; er ist nur, ebenso wie das ganze Gebäude der Royal Institution, vor einiger Zeit restauriert und feuersicher gestaltet worden; der intime, vornehme Charakter der Räumlichkeiten ist aber durchaus erhalten geblieben.

Nach einer Willkommensansprache des Vorsitzenden, Lord Eustace Percy, wurden die einzelnen Delegierten aufgerufen. Ihre Namen sowie Abbildungen der Städte und Gebäude, in denen sie tätig sind, erschienen gleichzeitig als Lichtbilder an der Tafel. Sodann wurden einer Reihe von neuernannten Ehrenmitgliedern der Royal Institution die Diplome überreicht. Im Namen der hierdurch geehrten Herren antworteten Prof. Bodenstein und Prof. Nagaoka.

Die *Hauptfeier* fand am Abend des gleichen Tages in dem gewaltigen Raum der *Queens Hall* statt. Die Veranstaltung war umrahmt von ausgezeichneten musikalischen Vorführungen des britischen Rundfunkorchesters unter der Leitung von Sir Henry Wood.

Die Eröffnungsansprache hielt der englische Premierminister Ramsay MacDonald, der in ausführlicher Rede der Verdienste Faradays um die Entwicklung der modernen Kultur gedachte. Wie hoch man in Großbritannien diese Verdienste einschätzt, vermag man daraus zu erkennen, daß an *diesem* für die englische Wirtschaft so verhängnisvollen Tage der Premierminister Zeit und Muße fand, an der gesamten Feier teilzunehmen.

Daran schlossen sich Ansprachen von Männern der Wissenschaft, die in kurzen Worten die verschiedenen Tätigkeitsbereiche von Faraday charakterisierten. Es sprachen der Herzog von Broglie, Marchese Marconi, Prof. Elihu Thomson, Prof. P. Zeeman, Prof. P. Debye und Lord Rutherford of Nelson.

Nach der Pause hielt Sir William Bragg die Festrede auf Faraday. Der Redner ging von der Faraday-Ausstellung aus, in der die Umwälzung demonstriert wurde, die Faradays Experimentaluntersuchungen auf den Gebieten der Elektrizität, der Elektrochemie, der Gasverflüssigung und der aromatischen Verbindungen für die Ausgestaltung unserer Technik und des täglichen Lebens hervorgebracht hätten. Damit sei aber

die Bedeutung dieses Mannes keineswegs erschöpft. Zwar habe er sich selbst nur als Experimentalforscher („experimental philosopher") bezeichnet, er sei aber durch seine Versuche mit Notwendigkeit dazu geführt worden, auch über die Urgründe der von ihm beobachteten Erscheinungen nachzudenken. Die Erklärungen, die er dafür gegeben habe, bildeten noch heute die Grundlage unserer Anschauungen, z. B. über die Verbreitung der Elektrizität, nachdem MAXWELL die mathematische Grundlage dafür gegeben habe. FARADAY selbst hat niemals mathematisch gedacht oder mathematische Formeln benutzt; aber er „roch" die allgemeinen Gesetze, die sich aus seinen Versuchen ergaben. Sodann schilderte Vortr. den Entwicklungsgang, die Arbeitsweise, die Wirksamkeit im öffentlichen Dienst und den einfachen, gütigen, frommen Menschen FARADAY. Die sehr eindrucksvolle Feier wurde durch eine Ansprache von Lord PERCY und das Absingen der Nationalhymne beschlossen.

Am 22. September hatte die *Royal Institution* zu einem *Abendempfang* in ihrem Gebäude eingeladen. Die Gäste wurden von Lord und Lady PERCY empfangen und hatten neben der Besichtigung der schönen Räume für die Bücherei und für literarische Arbeiten Gelegenheit, die Laboratorien kennenzulernen. Den Mittelpunkt dieser Veranstaltung bildete die Vorführung der grundlegenden *Faraday-Experimente* durch Sir WILLIAM BRAGG. Dieser begann mit den Experimenten von OERSTED, AMPÈRE und ARAGO und führte dann die Faraday-Versuche vor, in denen die Elektroinduktion, die Transformation der elektrischen Ströme und auch das Dynamoprinzip begründet sind.

Die Laboratoriumsbücher, in denen FARADAY mit bewundernswerter Anschaulichkeit seine zahllosen Versuche auf den genannten und auf anderen Gebieten beschrieben hat, werden demnächst von der Royal Institution gedruckt herausgegeben werden.

Am Mittwoch, den 23. September, wurde die *Faraday-Ausstellung* in dem Riesenraum der Alberthalle eröffnet. Diese Ausstellung war ringförmig angeordnet, so daß in dem innersten Kreis die Versuche demonstriert wurden, die FARADAY selbst auf chemischem, elektrochemischem und physikalischem Gebiet gemacht hat; vielfach mit Hilfe der Originalapparate und unter Vorführung der Originalpräparate. In dem zweiten konzentrischen Kreise wurden dann die Weiterführungen jener Entdeckungen und Versuche durch andere Gelehrte und Techniker bis zum letzten Drittel des vergangenen Jahrhunderts erläutert, und der dritte, größte Kreis brachte ihre modernen Auswirkungen auf allen Gebieten der Industrie und des täglichen Lebens. Dort sah man z. B. den gegenwärtigen Stand der Herstellung der künstlichen Farbstoffe im Anschluß an FARADAYS Entdeckung des Benzols, die Herstellung von Leichtmetallen und die galvanische Veredlung von unedlen Metallen im Anschluß an die Faraday-Experimente über Elektrolyse; sodann Schwachstrom- und Starkstromtechnik in allen ihren Ausgestaltungen und Verwendungsarten. Die Ausstellung wirkte ungewöhnlich eindrucksvoll und wurde von den weitesten Kreisen der Londoner Bevölkerung eifrig besucht.

Für Donnerstag nachmittag waren die Teilnehmer zum Besuch des *National Physical Laboratory*, das unserer Physikalisch-technischen Reichsanstalt entspricht, durch deren Direktor Sir JOSEPH PETAVEL eingeladen; am Abend nahmen sie an dem Empfang teil, den die Royal Society im Burlington House für die Hundertjahrfeier der British Association veranstaltet hatte.

Am 25. September fand ein *Festessen im Dorchester Hotel* statt, bei dem der englische Schatzkanzler Lord READING den Vorsitz führte.

Der Eindruck, den die gesamte FARADAY-Feier auf die auswärtigen Teilnehmer machte, war ein sehr erhebender; zeigte er doch, in wie hohem Maße nicht nur die wissenschaftlichen und technischen Kreise, sondern das ganze britische Volk an der Ehrung des großen Forschers und liebenswerten einfachen Menschen teilnahmen.

Hundertjahrfeier der British Association for the Advancement of Science.

London, 23. bis 30. September 1931.

Die *British Association for the Advancement of Science* wurde im Jahre 1831 nach dem Vorbild der Versammlungen deutscher Naturforscher und Ärzte begründet. Diese deutsche Mutterschaft wurde bei der Vorstellung der 150 Delegierten von in- und ausländischen Korporationen und der Städte, in denen die British Association getagt hatte, ausdrücklich hervorgehoben, als der unterzeichnete Vertreter unserer deutschen Gesellschaft an zweiter Stelle unter jener großen Zahl aufgerufen wurde.

Wir haben alles Recht, auf die „Tochter" stolz zu sein. Bilden doch die Versammlungen der British Association, die nicht nur auf den britischen Inseln, sondern auch in den Kolonien und Dominions tagen, eine in der ganzen Welt hochgeschätzte Zentralstelle für den Austausch der neuesten Erfahrungen auf dem Gebiet der Naturwissenschaften; ja sie haben einen ausgesprochen internationalen Charakter, dadurch, daß regelmäßig eine größere Zahl auswärtiger Gelehrter zu den Versammlungen eingeladen wird.

Von den deutschen Naturforscherversammlungen unterscheidet sich die britische insofern, als — wie schon ihr Name sagt — nur die Naturwissenschaften und die zu ihnen gehörenden theoretisch-medizinischen Fächer vertreten sind. Die praktische Medizin hat ihre gesonderten Versammlungen. Trotzdem gab es 12 Sektionen, da zu den bei uns üblichen noch Abteilungen für Psychologie, Nationalökonomie und Landwirtschaft hinzukamen.

Die meisten Veranstaltungen fanden in dem *Imperial Institute* und den benachbarten öffentlichen Gebäuden in South Kensington statt; man konnte daher ohne Zeitverlust von einer Sitzung zur anderen gehen.

Die Zahl der Teilnehmer entsprach mit rund 4500 der unserer Nachkriegsversammlungen. Von deutscher Seite hatte sich den Delegierten für die Faraday-Feier noch eine Reihe von Vertretern angeschlossen, die überwiegend biologische Fächer vertraten, u. a. die Professoren: BONN, BORN, EWALD, GEORGII, R. KUHN, LANGE, SACK, SÖLCH, THILENIUS, WINDAUS und ZIMMER. Eine Anzahl von Delegierten der deutschen Akademien und Hochschulen hatte wegen der wirtschaftlichen Wirren in letzter Stunde auf die Reise verzichtet.

Sehr gut vertreten waren Österreich, die Schweiz, Holland und die nordischen Reiche.

Die Versammlung begann am Mittwoch, den 23. September, nachmittags, in der Alberthalle mit der *Einführung des neuen Präsidenten*. Es zeigt die Großzügigkeit der Engländer, daß für die Hundertjahrfeier als Vorsitzender General J. C. SMUTS gewählt worden war, der vor drei Jahrzehnten einer der Führer der Buren im Kriege gegen England war. Nach einer kurzen Ansprache des General SMUTS wurden die Delegierten aufgerufen und begrüßten den Präsidenten mit Handschlag.

Daran schloß sich eine Besichtigung der in dem gleichen Raum aufgestellten *Faraday-Ausstellung*.

Am Abend fand eine *große Versammlung* in der Central Hall statt, in der General SMUTS seinen Präsidentenvortrag über *„Das gegenwärtige naturwissenschaftliche Weltbild"* hielt. Der Redner kam zu dem Schluß, daß mit all unseren neuen Erkenntnissen auf dem Gebiet der Atomphysik, der physikalischen Technik und der Biologie das Weltbild nicht vollständig sei, sondern daß Schönheit und Frömmigkeit ebensogut dazu gehörten wie Energie und Entropie. Es war charakteristisch, daß kurze Referate über diesen, auch durch den Rundfunk verbreiteten Vortrag fast die einzigen Berichte über den Kongreß in den Londoner Tageblättern bildeten.

Am Donnerstag begann dann die Arbeit in den *Abteilungen*. Alle Sektionen hatten wichtige Verhandlungsthemata ausgewählt. Den einleitenden Vortrag hielt jedesmal der Vorsitzende, daran schlossen sich bestellte Referate von anerkannten Sachverständigen und schließlich eine Aussprache. Demgegenüber traten die frei angemeldeten Vorträge stark zurück.

In der Sektion *Chemie* hielt am Donnerstag Sir HAROLD HARLEY einen trefflichen Vortrag über *„Michael Faraday und die Theorie der elektrischen Leitung"*, und dann referierten die Herren P. DEBYE, N. J. BJERRUM, K. FAJANS, N. J. BRÖNSTEDT, J. C. PHILIP, E. A. GUGGENHEIM und J. A. V. BUTHER über *„Den Einfluß des Mediums auf die Eigenschaften der Elektrolyten"*.

In der gleichen Abteilung sprach am Freitag zuerst Sir FREDERIK GOWLAND HOPKINS über *„Die Chemie der Vitamine und verwandter Substanzen"*; daran schlossen sich Referate über *„Die Chemie des Vitamins A und der Carotinoide"* der Herren H. v. EULER, R. KUHN, J. M. HEILBRONN, R. A. MORTON, T. MOORE und J. C. DRUMMOND. Am Nachmittag wurde analog über die Vitamine B und D vorgetragen.

An jedem Abend wurden *allgemein interessierende Vorträge* gehalten; aus der Fülle derselben seien hervorgehoben: Prof. W. A. BONE: *„Die photographische Zerlegung der Explosionsflammen"*; Sir OLIVER LODGE: *„Rückblick auf die drahtlose Nachrichtenübermittlung"*; Sir JAMES H. JEANS: *„Jenseits der Milchstraße"*.

Sehr zahlreiche, wohl vorbereitete *Besichtigungen* von Instituten, Schulen für naturwissenschaftlichen Unterricht, Fabriken und anderen Anlagen sorgten für die Belehrung der Teilnehmer, die nicht in die Sektionssitzungen gehen wollten.

Für mich als Chemiker waren von besonderem Interesse die *Gas-Light and Coke Company* in Fulham, wo außer den zum Teil hochmodernen Betrieben das trefflich ausgestattete Forschungslaboratorium gezeigt wurde, und der Ausflug zu der *landwirtschaftlichen Versuchsstation* der *Imperial Chemical Industries* in Jealott's Hill, die in vieler Beziehung musterhaft ausgestattet ist.

Bei diesen Exkursionen und den Abendempfängen zeigte sich die altenglische Gastfreundschaft in hellstem Licht. Hervorgehoben sei hier nur das *Festessen* für die *Delegierten*, das am Freitag unter dem Vorsitz von MARQUIS OF READING stattfand, der Empfang der *Royal Society* in den schönen Repräsentationsräumen des Burlington Hauses und das sehr gemütliche Abendessen, das die chemische Industrie für die Fachgenossen veranstaltete. Am Sonntag waren für die Teilnehmer Plätze beim Hauptgottesdienst in der *St. Pauls-Kathedrale* reserviert.

Ich war leider verhindert, an den letzten drei Tagen mit ihren sehr bedeutungsvollen Verhandlungen und der sich anschließenden Maxwell-Feier in Cambridge teilzunehmen.

Diesen kurzen Übersichtsbericht kann ich aber nicht schließen, ohne den britischen Fachgenossen den herzlichsten Dank für die überaus freundliche Aufnahme der deutschen Gäste auszusprechen. Die Hundertjahrfeier war in jeder Beziehung würdig und interessant.

B. RASSOW.

Zweckverband der Deutschen Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Gesellschaften.

Die Gesellschaft Deutscher Naturforscher und Ärzte ist mit den Vorbereitungen der Gründung eines Zweckverbandes der Deutschen Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Gesellschaften beschäftigt. Die konstituierende Sitzung soll in der Herbstversammlung in Wiesbaden/Mainz stattfinden. Die meisten in Betracht kommenden Gesellschaften haben sich schon jetzt im Prinzip bereit erklärt, dem Verband beizutreten.

Der Zweckverband verfolgt das Ziel, eine Verbindung zwischen den einzelnen Deutschen Naturwissenschaftlichen und Medizinischen Gesellschaften herzustellen, durch die eine Zusammenarbeit ermöglicht und Unstimmigkeiten in zeitlicher und sachlicher Beziehung vermieden werden.

Dies Ziel soll lediglich dadurch erreicht werden, daß von den betreffenden Gesellschaften Mitteilungen über die Zusammensetzung ihres Vorstandes bzw. der Geschäftsführung, über Ort und Zeit ihrer Tagungen und über die Hauptthemata ihrer Verhandlungen an dieser Stelle veröffentlicht werden.

Wir bringen schon jetzt einige Mitteilungen und werden weitere folgen lassen.

Deutsche Anatomische Gesellschaft: Geschäftsführer Prof. v. EGGELING, Breslau 15, Maxstr. 6. — Die nächste Versammlung findet voraussichtlich in Lund vom 24. bis 27. August statt. Referat-Thema: „Über Altersveränderungen." Referent Prof. G. WETZEL.

Deutsche Gesellschaft für Innere Medizin: Geschäftsführer Prof. Dr. GÉRONNE, Wiesbaden. — Die diesjährige Tagung findet vom 11. bis 14. April in Wiesbaden statt. Verhandlungsthemata: 1. Kreislaufwirkungen körpereigener Stoffe. Referent: DALE, London; VOLHARD, Frankfurt a. M. 2. Die Erkrankungen der steinfreien Gallenwege. Referent: ASCHOFF, Freiburg; UMBER, Berlin; SCHMIEDEN, Frankfurt a. M. Ferner Vorträge über „Störungen der Lungenfunktion" (BRAUER, Hamburg), „Doppelseitiger Pneumothorax" (LIEBERMEISTER, Düren), „Lungenkollaps" (JACOBÄUS, Stockholm).

Balneologische Gesellschaft: Generalsekretär Dr. HIRSCH, Berlin W 35, Steglitzer Str. 66. — Die diesjährige Jahresversammlung wird vom 7. bis 9. April in Bad Salzuflen in Lippe abgehalten. Hauptthemata: 1. Die Bedeutung der Kohlensäure in der Kurortwissenschaft. 2. Kurortbehandlung der Herzkrankheiten, insbesondere auch auf dem Gebiete der Sozialfürsorge.

Deutsche Gesellschaft für Rheumabekämpfung: Schriftführer Dr. HIRSCH, Berlin W 35, Steglitzer Str. 66. — Die diesjährige Jahresversammlung wird im Mai in Essen (Ruhr) abgehalten werden. Hauptthema: Rheuma und Arbeit.

Deutsche Kolloid-Gesellschaft: Vorsitzender Professor WO. OSTWALD, Leipzig, Linnéstr. 2. — Die diesjährige Versammlung findet Ende September im Anschluß an die Naturforscherversammlung in Wiesbaden/Mainz statt. Hauptdiskussionsthema: „Filme und Fäden" in physikalisch-chemischer, medizinisch-biologischer und technischer Beziehung.

Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts: 1. Vorsitzender Ober-

studiendirektor Dr. ERICH GÜNTHER, Dresden-A., Krenkelstr. 17. — Die Hauptversammlung findet zu Aachen Ostern 1932 statt.

Deutscher Verein für Psychiatrie: Vorsitzender Prof. Dr. BONHÖFFER, Berlin, Charité. Schriftführer Prof. Dr. G. ILBERG, Dresden-Bl., Schubertstr. 41. — Die diesjährige Jahresversammlung findet am 19. und 20. Mai in Bonn statt. Referate: 1. Über den Stoffaustausch zwischen Zentralnervensystem und übrigem Körper. Referenten: WALTER, Bremen; KAFKA, Hamburg; SPATZ, München; STEINER, Heidelberg. 2. Der Alkoholismus und seine Behandlung. Referenten: BRATZ, Berlin, und POHLISCH, Berlin.

Deutsche Ophthalmologische Gesellschaft: Schriftführer Prof. Dr. WAGENMANN. — Diesjährige Tagung 19. bis 21. Mai in Leipzig. Kein Referat. Nur Einzelvorträge.

Deutsche Gesellschaft für Chirurgie: Vorsitzender Prof. Dr. VOELCKER, Halle a. S. — Diesjährige Tagung 30. März bis 2. April in Berlin, Langenbeck-Virchow-Haus. Referate: Die Leber in der Chirurgie (HENSCHEN, Basel; BRUGSCH, Halle). Extremitätengangrän (RÖPKE, Barmen; CEELEN, Bonn). Künstliche Steigerung der Heilkräfte bei chirurgischen Erkrankungen (HEILE, Wiesbaden).

Gesellschaft Deutscher Nervenärzte: Vorsitzender Professor O. FOERSTER, Breslau, Tiergartenstr. 83. — Die diesjährige Tagung findet vom 22. bis 24. September in Wiesbaden statt. Referatthema: „Die Chronaxie." Referenten: F. H. LEWY, Berlin; BOURGUIGNON, Paris; ALTENBURGER, Breslau; STEIN, Heidelberg.

Deutsche Pharmakologische Gesellschaft: Vorsitzender Professor O. LOEWI, Graz. — Die diesjährige Tagung findet vom 8. bis 11. April in Wiesbaden statt. Montag, den 11. April: Gemeinsame Tagung mit der Deutschen Gesellschaft für innere Medizin. Referate: „Über die Kreislaufwirkung körpereigener Stoffe." Referenten: DALE, London; VOLHARD, Frankfurt.

Deutsche Röntgen-Gesellschaft: Vorsitzender Prof. L. GREBE, Bonn, Theaterstr. 5. — Die diesjährige Tagung findet vom 3. bis 5. April in Dresden statt. Referatthemen: „Die Erforschung biologischer Strukturen durch Röntgenstrahlen." Referenten: WEBER, Düsseldorf; SCHIEBOLD, Leipzig. „Die Erzeugung von Röntgenstrahlen höchster Durchdringungsfähigkeit." Referenten: BEHNKEN, Berlin; BRASCH, Berlin. „Die Verwendung des Röntgenpapiers für Aufnahmen." Referenten: FRANKE, Hamburg; MÜHLMANN, Stettin. „Die Röntgentherapie in der Dermatologie." Referenten: ROST, Freiburg; SCHREUS, Düsseldorf. „Die Röntgendiagnostik der Lungentuberkulose." Referenten: FRAENKEL, Heidelberg; WURM, Heidelberg; HERRNHEISER, Prag; KAESTLE, München; BÖHME, Bochum.

Zentralverein Deutscher Zahnärzte: Vorsitzender Prof. Dr. EULER, Breslau, Burgfeldstr. 17/19. — Die diesjährige Tagung findet vom 18. bis 20. Mai in Bonn statt. Hauptthema: „Zahnersatz im Lückengebiß." Hauptreferat: „Differentialindikation zwischen festem und abnehmbarem Ersatz im Lückengebiß." Referent: KANTOROWICZ, Bonn.

Deutscher Verein zur Förderung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. 34. Hauptversammlung vom 28. März bis 1. April 1932 in Aachen. 29. März: 1. allgemeine Sitzung mit Vorträgen von Prof. KONEN: Die Hochschulreform im Rahmen des deutschen Bildungswesens, und Prof. BRESSLAU: Sinnesleistungen niederer Tiere. Physikalische und geographische Fachsitzungen. 30. März: Mathematische und chemische Fachsitzungen. 31. März: Geschäftssitzung; 2. allgemeine Sitzung mit Vorträgen von Prof. KRAUSS: Denkformen mathematischer Beweisführung, und Oberstudiendirektor SCHNIPPENKÖTTER: Das geisteswissenschaftliche Bildungsziel der Realanstalten. Außerdem physikalische und biologische Fachsitzung. 1. April: Geologische, biologische und geographische Exkursionen, Grenzlandfahrt.

Einzelverkauf von Aufsätzen aus den Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. Vom Jahre 1930 an sind die Einzelaufsätze der „Nachrichten von der Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen" *einzeln* oder *nach Fachgruppen* zu beziehen. Die Fachgruppen der *Mathematisch-Physikalischen Klasse* sind folgende: I. Mathematik; II. Physik, Astronomie, Technik; III. Chemie, einschl. Physikalische Chemie; IV. Geologie und Mineralogie; V. Geographie und Geophysik; VI. Biologie. Der *Einzelpreis* der Aufsätze ist etwa folgender: bis $^1/_2$ Bogen Umfang 0,50 RM., $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Bogen Umfang 1 RM., $1^1/_2$—2 Bogen Umfang 2 RM., $2-2^1/_2$ Bogen Umfang 3 RM.

Der Jahrgang 1930 der „Nachrichten" *Mathematisch-Physikalische Klasse* enthält folgende Aufsätze: Fachgruppe II (Physik, Astronomie, Technik). TH. V. KÁRMÁN, Mechanische Ähnlichkeit und Turbulenz. MAX BORN und JAMES FRANCK, Beitrag zum Problem der Adsorptionskatalyse. HANS KIENLE, Zur Temperaturbestimmung der Sterne. H. VON WARTENBERG und J. TAYLOR, Die Dissoziationswärme von Fluor. E. WIGNER, Über die elastischen Eigenschwingungen symmetrischer Systeme. R. HILSCH und R. W. POHL, Über das latente photographische Bild. W. HEITLER und G. RUMER, Quantenchemie mehratomiger Moleküle. HERMANN WEYL, Zur quantenmechanischen Berechnung molekularer Bindungsenergien. W. BÜNGER und W. FLECHSIG, Über die Beeinflussung der Phosphoreszenzemission durch Licht. R. HILSCH und R. W. POHL, Über die Ausnutzung des latenten Bildes bei der photographischen Entwicklung.

Fachgruppe III (Chemie, einschl. Physikalische Chemie). ADOLF WINDAUS, Einige weitere Erfahrungen über das bestrahlte Ergosterin. H. VON WARTENBERG und J. TAYLOR, Die Dissoziationswärme von Fluor. WOLFGANG HEUBNER, Studien zur Toxikologie der Bestrahlungsprodukte des Ergosterins. WILHELM BILTZ, Über die manganige Säure. G. TAMMANN, Zur Molekulardynamik in Kristallen. W. HEITLER und G. RUMER, Quantenchemie mehratomiger Moleküle. V. M. GOLDSCHMIDT, Elemente und Minerale pegmatitischer Gesteine. V. M. GOLDSCHMIDT, Über das Vorkommen des Germaniums in Steinkohlen und Steinkohlenprodukten.

Fachgruppe IV (Geologie und Mineralogie). O. MÜGGE, Bewegungen von Porphyroblasten in Phylliten und ihre Messung. HANS RUDOLF V. GAERTNER, Obersilurische Faunen aus den spanischen Pyrenäen. O. MÜGGE, Über die Lage des „rhombischen Schnittes" im Anorthit und die Benutzung derartiger irrationaler Zusammensetzungsflächen von Kristallzwillingen als geologische Thermometer. V. M. GOLDSCHMIDT, Elemente und Minerale pegmatitischer Gesteine. HANS STILLE, Über Einseitigkeiten in der germanotypen Tektonik Nordspaniens und Deutschlands. V. M. GOLDSCHMIDT, Über das Vorkommen des Germaniums in Steinkohlen und Steinkohlenprodukten.

Fachgruppe VI (Biologie). ALFRED KÜHN, Über Farbensinn und Anpassung der Körperfarbe an die Umgebung bei Tintenfischen. FRITZ VON WETTSTEIN, Über plasmatische Vererbung, sowie Plasma- und Genwirkung, II. H. HANDOVSKY und P. A. THIESSEN, Röntgenographische Untersuchung von unbehandelten und narkotisierten Nerven. (Vorläufige Mitteilung.)

eine Anzahl keine entscheidenden Schlüsse zuläßt — besteht hier ebenfalls der von der Theorie geforderte Zusammenhang zwischen genetischem und zytologischem Austausch.

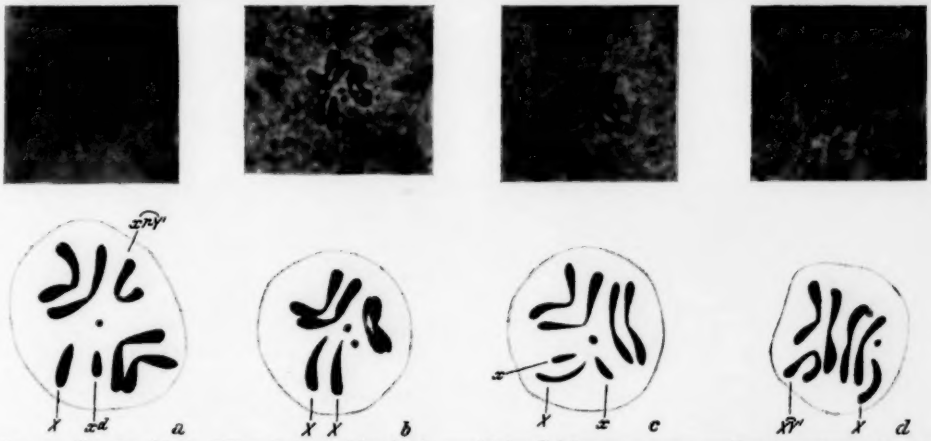

Fig. 10. Unretouchierte Mikrophotographien und zugehörige Zeichnungen zum zweiten Hauptversuch b, β. Die 4 Haupttypen: a) Nichtaustausch $x^p\widehat{Y'}x^dX$. b) Nichtaustausch XX. c) Austausch x^px^dX. d) Austausch $\widehat{XY'}X$. Vergr. der Photographien etwa 2400. Vergr. der Zeichnungen etwa 3750.

Zusammenfassend können wir sagen, daß die von MORGAN vor 20 Jahren aufgestellte Theorie über den Feinbau der Chromosomen und das Verhalten der Chromosomen beim Faktorenaustausch jetzt bewiesen worden ist. Wir wissen jetzt mit Sicherheit etwas über Vorgänge an den Chromosomen, die sicherlich eine sehr weite Verbreitung im Organismenreich haben und von allgemein biologischer Bedeutung sind. Wenn uns auch noch nicht genau bekannt ist, *wie* der Austausch von Chromosomenstücken vor sich geht, so wissen wir doch, *daß* er als ein regelmäßiges Geschehen im Verlauf der Keimzellengenese erfolgt.

Umweltänderung und Artumwandlung bei brasilianischen Säugetieren.

Von HANS BÖKER, Freiburg i. Br.

Die geographische und geologische Fachliteratur ist reich an gut begründeten Angaben über Klimaänderungen der Vorzeit mit all ihren Folgen für die Bodenbeschaffenheit und die Vegetation[1]. Auf Perioden großer Wärme folgten kalte Perioden, trockene Zeiten haben feuchten Platz gemacht, wo einmal Urwälder gedeihen konnten, bildeten sich in der Folgezeit Steppen und Wüsten, Gebiete mit ausgedehnten Seen und Sümpfen verfielen der Austrocknung und umgekehrt. Aus begreiflichen Gründen kann sich die Literatur über Klimaänderungen in Südamerika nicht mit der Reichhaltigkeit der Angaben für Nordamerika und Europa messen, und doch ist es sicher, daß auch dort der gleiche Wechsel der Perioden stattgefunden hat wie auf der nördlichen Halbkugel. Während sich in Südamerika im Jura Sandsteine bildeten, also ein trockenes Klima herrschte, folgte im Frühtertiär ein kaltes nasses Klima und entstanden im Spättertiär die tropischen Wälder, und als im Quartär Eiszeiten und Zwischeneiszeiten das Klima der nördlichen Halbkugel charakterisierten, müssen entsprechende Klimaschwankungen mit ihren Folgen für die Vegetation auch in Südamerika stattgefunden haben; und auch heute sind zahlreiche Anzeichen dafür vorhanden, daß sich die klimatischen Faktoren wie in anderen Kontinenten so auch in Südamerika stetig ändern, so daß in gewissen Gegenden Waldgebiete in ständiger Bedrohung durch fortschreitende Austrocknung sind, ja daß sie im Kampf gegen die Steppen zu unterliegen beginnen.

Wie verhalten sich nun die höheren Tiere, wenn im Laufe der Zeiten solch tiefgreifende Wechsel ihrer Lebensbedingungen erfolgen? Wandern sie aus und suchen sie anderswo die ihnen zusagenden Gebiete, oder bleiben sie in ihrer Heimat? Und wenn sie bleiben, passen sie sich den neuen Bedingen an oder verfallen sie rettungslos dem Untergang? Die Antwort wird sehr verschieden sein, je nach den Differenzierungs- und den Anpassungsstufen, die von den einzelnen Tieren erreicht sind. Schnellfüßige Steppenbewohner unter den höchstdifferenzierten Wirbeltieren, Huftiere, werden

[1] KÖPPEN-WEGENER, Die Klimate der geologischen Vorzeit. Berlin 1924.

wandern können, bis sie die ihnen zusagenden Umweltbedingungen gefunden haben; primitive, langsam sich fortbewegende Tiere aber müssen bleiben, wo sie sind. Sind sie biologisch anpassungsbereit und anatomisch reaktionsfähig, dann werden sie ihre Lebensäußerungen umweltgemäß ändern und durch Umkonstruktion ihres Organismus unter den neuen Umweltbedingungen fortdauern, sind sie dazu nicht fähig, werden sie zugrunde gehen.

Es ist im Interesse der Arterhaltung wohl sicher, daß biologische Anpassung und anatomische Umkonstruktion in der Mehrzahl der Fälle stattfindet, wenn das Tempo der Umweltänderung nicht katastrophale Maße annimmt. In einem Aufsatz in dies. Ztschr. **19**, H. 6 (1931) habe ich einige Beispiele dafür vor allem aus der Vogelwelt Brasiliens, die ich auf einer Forschungsreise 1928 kennengelernt habe, gegeben. In vorliegendem Aufsatz mögen als weitere Ergebnisse meiner Reise einige Beispiele aus der biologischen Anatomie der Säugetiere folgen, die erkennen lassen, wie plastisch die anatomischen Strukturen sind, wenn die Organe — vor allem sind es die Extremitäten — anders beansprucht werden als vorher, und wie sie immer wieder umkonstruiert werden, wenn z. B. ein primär baumlebendes Tier zum Bodenschreiter wird, wenn es dann zum zweitenmal zum Baumkletterer und sogar noch einmal wieder zum Bodenbewohner oder gar zum Wassertier wird. Man wird sich davon überzeugen, daß nicht ziellose Mutationen gemeinsam mit Selektion solche Umkonstruktionen bewirken, und daß nicht Orthogenese diese anatomischen Veränderungen veranlaßt, sondern einzig allein die direkte Bewirkung auf Grund der kausalen Abhängigkeit des anatomischen Baues von den Lebensäußerungen und dieser von den Umweltbedingungen. Ausführlicher sind diese Ergebnisse im Morpholog. Jahrb. **1932**, sowie in meinem Reisebuch beschrieben, das unter dem Titel „Tiere in Brasilien" bei Strecker & Schröder erschienen ist.

Professor KRIEG hat beobachtet[1], daß die *Beutelratte Metachirus crassicaudatus* in der Provinz S. Fé Nordargentiniens, zu einem Pampabewohner geworden ist und in Erdhöhlen wohnt, weil dort der Wald einem auch jetzt wohl noch fortschreitenden Untergang verfallen ist. Die Beutelratten sind in ihrer Gesamtheit jedoch charakterisiert durch eine eigenartige Baumkletteranpassung, die vor allem am Fuß erkennbar ist: der Großzeh ist stark abgespreizt, ist dicker als die übrigen Zehen und mit schwieliger Sohle versehen, so daß er imstande ist, einen Zweig zu umklammern. Der Fuß ist also ein Klammerfuß, während die Hände nicht klammern können, sondern durch Schwielen und spitze Krallen nur zu einem Krallenklettern befähigt sind. Untersucht man den Fuß genauer, dann zeigt es sich überraschenderweise und entgegen der in der Literatur allgemein üblichen Ausdrucksweise, daß der Großzeh den anderen Zehen *nicht* gegenübergestellt werden kann, weil er weder ein dazu taugliches Gelenk noch den dazu notwendigen Muskel besitzt, während beides sich an der Kleinzehseite ausgeprägt findet. Es ist ganz zweifellos, daß Gegenüberstellbarkeit der Randstrahlen an Hand und Fuß primär ist, daß alle Säugetiere also von primär klammerkletternden Ahnen abstammen[1]. Die Ahnen der jetzigen Beutelratten müssen deshalb die Fähigkeit zum Gegenüberstellen von Daumen und Großzeh einmal verloren haben. Das ist nun aber eine charakteristische Konstruktion bei allen den Tieren, die auf dem flachen Boden schreiten und laufen. Die meisten der jetzt lebenden Beutelratten sind also sekundäre Baumbewohner und besitzen einen sekundären Klammerfuß, der die Gegenüberstellung des Großzeh nur vortäuscht, nachdem ihre Ahnen zu einem Schreiten in Steppen gezwungen worden waren; und wiederum sind Metachirus und einige andere Beutelrattenarten jetzt wieder in die Lage versetzt, das Baumleben von neuem aufzugeben und zum zweitenmal Bodenschreiter zu werden. Der Großzeh verliert an Bedeutung, er wird schmaler und legt sich fest an die übrigen Finger an, so daß sich in der Fußsohle eine tiefe Falte zeigt. Ursprünglich war das Grundgelenk der noch opponierfähigen Großzeh ein sehr bewegliches Sattelgelenk, bei den jetzt sekundär baumlebenden Beutelratten ist es ein Scharniergelenk mit stark abspreizbarer Großzeh, aber bei fortschreitender Ausbildung des Bodenschreitens wird es ein unbewegliches straffes Gelenk werden und der Großzeh wird fortschreitender Reduktion anheimfallen.

Der brasilianische *Schwimmbeutler* Chironectes minimus hat diese Entwicklung zum sekundären Bodenschreiter längst hinter sich, denn er ist sogar zu einer ausgesprochenen Wasserform geworden. Bei ihm mußten sich neben den Metachirus entsprechenden Umkonstruktionen am Fuß vor allem die Proportionen der Beine für das Unterwasserschwimmen ändern, da sie dabei natürlich ganz anderen mechanischen Einwirkungen ausgesetzt sind als vorher beim langsamen Schreiten auf den Ästen oder auf dem Boden: während die baumlebenden Beutelratten, z. B. Didelphis marsupialis aurita, für Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß die auf Rumpflänge von 20 mm berechneten Vergleichszahlen 8 : 9 : 5 haben, sind die entsprechenden Zahlen bei Chironectes 7 : 8 : 8.

Die Beutelratten Südamerikas zeigen also aufs deutlichste, daß sie auch heute noch anpassungsbereit und reaktionsfähig sind und daß sie auf Umweltänderungen in direkter Weise durch Umkonstruktion ihrer anatomischen Konstruktionen antworten.

Zeigen uns die argentinischen Beutelratten, daß sie als baumlebende Säugetiere, auch wenn es sich bei ihnen schon wieder um ein sekundäres Baumleben handelt, zu einem Leben in Steppen übergehen können, so bieten uns die brasilianischen Säugetiere viel mehr Beispiele dafür,

[1] Z. Morph. u. Ökol. Tiere 1 Abt. A (1924).

[1] BÖKER und PFAFF, Morph. Jahrb. 68.

daß ehemalige Steppenbewohner entweder zu fortschreitender sekundärer Kletteranpassung veranlaßt wurden, oder daß früher schnellfüßige Steppenrenner jetzt in dichten, die Bewegung hindernden Urwäldern leben müssen, und daß sie dadurch in charakteristischer Weise umkonstruiert wurden.

Baumstachelschwein, Coendu prehensilis, und *Zwergameisenbär*, Cyclopes didactylus, sind ausgesprochene Baumbewohner, die so gut wie nie auf den Boden hinabzugehen brauchen. Beobachtet man sie beim Klettern, dann erkennt man, daß sie, wie die Beutelratten und wie die Affen, Klammerfüße besitzen, mit denen sie unterstützt durch einen Greifschwanz, sich außerordentlich sicher auch auf dünnen Ästen fortbewegen können. Vergleicht man aber den anatomischen Bau ihrer Füße mit dem von Beutelratten einerseits und Affen andererseits, dann erkennt man, daß sie, wie die Beutelratten, einen sekundären Klammerfuß besitzen, und daß nur Affen und Halbaffen die primären Konstruktionen für Klammerklettern haben. Wie die Beutelratten müssen die Baumstachelschweine und die Zwergameisenbären bodenschreitende Ahnen gehabt haben, aber deren Fortbewegungsgeschwindigkeit muß größer gewesen sein, als die der Beutelrattenahnen, denn sie haben ihren Großzeh fast ganz verloren und haben zum Gebrauch des Fußes als Klammerfuß einen komplizierten Ersatz für ihn ausgebildet. Dieser besteht in großen Schwielen, die durch neue Knochen, Sesambeine, gestützt werden, die mit dem alten Fußskelet fest verbunden sind.

Die *Lanzenratte* Echimys armatus sowie die Proechimys oris findet man an den Ufern der Wasserläufe im Gebiet des Amazonenstromes immer im dichten Buschwerk. Sie vermögen in ihm zu klettern, weil sie schmiegsame schwielige Sohlen und spitze Krallen besitzen, doch finden sich keine Andeutungen dafür, daß sie den Großzeh abspreizen, um den Fuß als Klammerfuß zu gebrauchen. Die Lanzenratten und wahrscheinlich noch eine ganze Reihe von anderen Nagetieren sind also im Begriff, Schwielen- und Krallenkletterer zu werden, wie es die *Schlafmäuse* und die *Baumeichhörnchen* schon lange sind. Auch diese letzteren stammen von bodenlebenden Formen ab und sind sekundäre Baumbewohner. Ihre Ahnen müssen in offenem Gelände gelebt haben und müssen sich sogar scharrend und grabend unterirdische Verstecke geschaffen haben, wie es die vielen mäuseähnlichen Nager und die Erdhörnchen, zu denen die Murmeltiere gehören, heute noch tun. Den Beweis für diese Annahme liefert wieder die Anatomie, denn während der Großzeh am Fuß bei den Baumhörnchen und den Schlafmäusen noch vorhanden ist, wenn auch verkleinert, ist der Daumen an der Hand völlig verschwunden. Die Hand ist also weiterdifferenziert als der Fuß, während das Umgekehrte sonst die Regel ist. Als Erklärung ist dafür nur möglich die Annahme des Bodenscharrens bei den Ahnen, weil beim supinatorischen Scharren die Hand eine stärkere Beanspruchung erfährt als der Fuß beim Schreiten und Laufen auf dem flachen Boden, und weil dadurch der ursprünglich opponier- und abduzierbare Daumen als hinderlich zuerst adduziert und dann als überflüssig abgebaut wird.

Gingen sie danach freiwillig in die Wälder zurück, oder, was mir wahrscheinlicher zu sein scheint, mußten sie baumlebend werden, weil Wälder ihre Wohngebiete eroberten, dann blieb der anatomische Zustand des Hand- und Fußskelets, wie er war, ihre Art zu klettern mußte die des Schwielen- und Krallenkletterns werden, und die dazu notwendigen Umkonstruktionen mußten an der Haut einsetzen.

Diese genannten Nagetiere und mit dem Zwergameisenbär der Tamandua tetradactyla, der mittelgroße Ameisenbär, sind Beispiele dafür, daß kleine und mittelgroße Säugetiere, die noch keinen wesentlichen Grad an Fortbewegungsgeschwindigkeit erreicht hatten, deren Art sich voranzubewegen eigentlich noch ein Schreiten war, beim Übergang zu einem Leben in Wäldern Klettertiere wurden, daß sie ihre Nahrung im Gezweig suchten und sich dazu auf Ästen und Zweigen schreitend und laufend voranbewegten.

Säugetiere jedoch, die größere Fortbewegungsgeschwindigkeit in offenemGelände erreicht hatten, hatten als Folge der dadurch größeren mechanischen Einwirkung auf ihre Extremitäten so weitgehende Umkonstruktionen ihrer Hände und Füße erfahren, daß sie nicht mehr oder nur ausnahmsweise zu klettern fähig waren. Wenn Urwälder ihre Wohngebiete eroberten und wenn sie nicht dem vorandrängenden Wald ausweichen konnten, mußten sie infolgedessen Bodenbewohner bleiben und sich zum Teil sogar an ein Leben in Sumpf und Wasser anpassen. Wenige Arten nur werden sich diesen neuen Bedingungen nicht haben anpassen können, denn erstaunlich groß ist offenbar die Bereitschaft, sich dem Zwang unterzuordnen, auch wenn die anatomische Reaktionsfähigkeit dem nicht genügend folgen kann. Schnellfüßige Hirsche und Antilopen sind sogar zu Urwaldbewohnern geworden, obwohl ihre zweizehigen Extremitäten den Körper nur schwer über sumpfigen Waldboden fortbewegen können. Geeigneter dazu waren jedoch die Tiere, deren Fortbewegungsgeschwindigkeit noch nicht solche extreme Grade erreicht hatte und die infolgedessen mindestens noch 3 Zehen behalten hatten. Verlust der Randstrahlen, ein Schmalerwerden der Füße und zunehmende Verringerung der Beweglichkeit zwischen den Elementen des Hand- und Fußskelets gehören zur charakteristischen anatomischen Konstruktion für zunehmende Fortbewegungsgeschwindigkeit, parallel damit geht selbstverständlich auch eine Änderung der Proportionen. Alle schnellfüßigen Säugetiere haben kurze Oberschenkel, aber lange Unterschenkel und Füße. Proportionen und Fußanatomie müssen also in strenger Abhängigkeit von der Fortbewegungsgeschwindigkeit und dem Wohnen in offenem Lebensraum stehen.

Untersucht man aber die südamerikanischen *Caviiden*, vom Meerschweinchen bis zum Wasserschwein, dem größten Nagetier der Jetztzeit, dann fällt einem auf, daß diese Parallelität *nicht* besteht, denn sie haben zwar an Händen und Füßen nur 3 Zehen, was großer Fortbewegungsgeschwindigkeit entspricht, aber sie haben kurze Füße und Unterschenkel, die nur langsame Fortbewegung ermöglichen. Da sie in sumpfigen Urwäldern, in dichtem Dornengestrüpp oder in felsigem Gelände leben, kann ihre Fortbewegungsgeschwindigkeit nur sehr gering sein, so daß sich in logischer Weise der Schluß ergibt, daß die Ahnen der jetzigen Caviiden ehemals in Steppen gelebt haben müssen, dort nicht nur ihre Randstrahlen verloren, sondern die auch zu großer Fortbewegungsgeschwindigkeit gehörenden Proportionen der Extremitäten besaßen, daß sie aber beim Übergang zu einem Leben in geschlossenem Gelände die Extremitäten umweltgemäß umkonstruiert haben. Einmal in Verlust geratene Organe können nach dem DOLLOschen Gesetz nicht wieder erworben werden, die 3zehigen Füße konnten nicht wieder 5zehig werden, wohl aber konnten die Proportionen sich ändern und konnten sich die Füße verbreitern dadurch, daß die Skeletteile sich verkürzten, daß die Fußsohlen derbe Schwielen ausbildeten und daß die ehemaligen Krallen sich zu hufähnlichen Gebilden verkürzten und verbreiterten.

Wie die Caviiden Südamerikas, so sind auch zweifellos die *Tapire* und *Schweine* sowie die *Klippschliefer*, Hyracoideae, und die *Dickhäuter* der Alten Welt nach ehemaligem Steppenleben zu einem Leben im geschlossenen Gelände gezwungen worden und haben als „Buschbrecher" ihre anatomischen Besonderheiten ausgebildet. Sie alle zeigen, wenn auch in verschiedenem Grade, Zehenverlust, aber die Proportionen der Beine entsprechen diesem nicht, und untersucht man Embryonenreihen, so erkennt man wie bei ontogenetischen Reihen der Caviiden, daß die Proportionen der Extremitäten während der ontogenetischen Entwicklung Zustände durchlaufen, die für große Fortbewegungsgeschwindigkeit sprechen und dem Zehenverlust parallel gehen. Der Umweg, auf dem die Proportionen der erwachsenen Tiere in der Ontogenese erreicht werden, ist also ein Beweis für die in der Phylogenese erfolgten Umkonstruktionen als Folge von durch Umweltänderung erzwungenen Änderung der Lebensäußerungen.

Die in vorstehendem aufgezählten Tatsachen sind Beispiele für Experimente, welche die Natur selbst begonnen und in sehr verschieden langer Zeit durchgeführt hat oder gar noch weiter treibt. Im Laboratorium lassen sich leider solche Experimente nicht durchführen, da weder die Zeit eines Menschenlebens dazu ausreicht, noch die äußeren Einwirkungen auf das Tier in geeignetem Ausmaß zur Anwendung gebracht, noch psychische und damit allgemeine nervöse Schädigungen durch das Gefangenleben ausgeschaltet werden können; die Vorgänge im gesamten Nervensystem und nicht zum mindesten die psychischen Funktionen sind aber neben den mechanischen Faktoren für jeden biologischen wie anatomischen Anpassungsvorgang von sehr großer Bedeutung.

Mit der Methode des Vergleichs von biologischen, anatomischen und ontogenetischen Reihen (Methode der vergleichenden biologischen Anatomie) ist es möglich, den gegenwärtigen Zustand der Naturexperimente abzulesen und die theoretischen Schlüsse auf die Phylogenese der Tiere und auf die vorgeschichtlichen Umgestaltungen der Erdoberfläche zu ziehen. Wie der Zoologe die Ergebnisse der Geologie und der Paläogeographie zu verwerten sucht, um die Ursachen für Artumwandlung der Tiere zu erkennen, so wird der Geologe und Geograph die Ergebnisse der vergleichenden biologischen Anatomie verwerten können, wenn es gilt, Klimaänderungen der Vorzeit zu erschließen!

Eindeutig beweisen uns diese Experimente, daß Artumwandlungen in erster Linie durch direkte Bewirkung erfolgen, nicht durch ziellose Mutationen, und sie lassen ebenfalls erkennen, daß die Organe, vor allem die für Fortbewegung und Ernährung, nicht nach einer unbeeinflußbaren, geradlinigen Fortentwicklung sich umbilden (Orthogenese), sondern daß die im Innern des Organismus herrschenden Kräfte der chemisch-physikalischen Gesamtkonstitution des Organismus die Bereitwilligkeit zur Anpassung und das Maß der Umkonstruktion regulieren. Nur in seltenen Fällen ist das Tempo der Umweltänderung, denen sich die Tiere anpassen müssen, so, daß die Umkonstruktionen nicht Schritt halten können, und dann wird Selektion ausmerzend in Erscheinung treten.

Die vergleichende biologische Anatomie ist also imstande, die Phylogenese der Tiere und ihre Ursachen zu erforschen, indem sie die Geschichte der Lebensäußerungen und die für die einzelnen biologischen Anforderungen charakteristischen Umkonstruktionen aufdeckt. Daneben hat sie die weitere Bedeutung, die anatomischen Einzeltatsachen in einer Weise dem Verständnis näherzubringen, wie das bisher nicht möglich gewesen ist. In dem einzigen Werk über die Biologie der Tiere, das wir besitzen, im klassischen Brehms Tierleben, werden den Lebensbeschreibungen jeweils kurze anatomische Übersichten vorausgeschickt. Aber was besagt es z. B., wenn gewissenhaft aufgeführt wird, daß die *Krallenaffen* (Callitrichidae) ausgezeichnet sind dadurch, daß sie mit Ausnahme der Daumenzehe des Fußes an allen Fingern und Zehen schmale Krallennägel besitzen, daß die hinteren Gliedmaßen länger sind, daß der Daumen den übrigen Fingern nicht entgegengesetzt werden kann, während das bei der Großzeh der Fall sein soll usw. Solche anatomischen Angaben sind doch nur langweiligste Aufzählungen, die dem Leser gar kein Interesse abgewinnen, weil sie höchstens in bezug auf Homologieprobleme für die Phylogenese der Tiere angeführt werden und weil sie ohne jede Beziehung zu den Lebensäußerungen

stehen. Und doch, wie aufschlußreich und interessant sind gerade diese gleichen anatomischen Tatsachen, wenn man sie in Abhängigkeit bringt von der Art ihrer Fortbewegung und der Entstehung ihres Krallenkletterns aus primärem Klammerklettern! Wenn man weiß, daß die Ahnen der Krallenaffen nicht bodenschreitende, sondern primär baumlebende Formen waren, daß sie langsam über die Äste schritten und sich dabei mit Klammerhänden und Klammerfüßen sicherten, die charakterisiert waren durch Opponierfähigkeit der Randstrahlen und durch nagelähnliche Verhornungen an allen Fingern und Zehen, dann wird es verständlich, daß sie als Folge der Erreichung größerer Fortbewegungsgeschwindigkeit in den Ästen die Gegenüberstellbarkeit von Daumen und Großzeh aufgeben mußten, daß der Großzeh schneller und stärker reduziert werden mußte, weil der Fuß an der intensiver beanspruchten hinteren Extremität sich stark verlängerte und daß der Großzeh dabei den Nagel beibehalten konnte, während an allen anderen Fingern und Zehen für die Sicherung beim Laufen auf den Ästen Krallen aus den Nägeln entstehen mußten.

Vergleicht man nun gar solche primären Krallenkletterer, wie es die Krallenaffen sind, mit sekundären Krallenkletterern, Baumeichhörnchen, deren Ahnen Bodenschreiter, ja sogar Scharrer und Graber waren, dann gewinnen die anatomischen Einzeltatsachen ein ganz anderes Interesse als bisher, da sie Bestandteile anatomischer Konstruktionen sind, die in direktem kausalen Zusammenhang mit den Lebensäußerungen stehen. Die Anatomie, die bisher eine Wissenschaft der Fachgelehrten war, wird wertvolles Allgemeingut der naturwissenschaftlich Interessierten!

Wichtige Voraussetzung jeder biologisch anatomischen Forschung ist die genaueste Kenntnis der Lebensäußerungen der Tiere und ihrer Umweltfaktoren. Unser Wissen darüber genügt den Anforderungen jedoch nicht, und so ist es notwendig, durch eingehende Beobachtung der lebenden Tiere in ihrer natürlichen Umwelt die *Typologie der Lebensäußerungen* erst zu schaffen.

Mögen nach endlicher Überwindung der Weltwirtschaftskrise deutsche Naturforscher wieder hinausgehen können, um den so wichtigen wie reizvollen Problemen der *Artumwandlung* durch *Umweltänderung* nachforschen zu können!

Kurze Originalmitteilungen.

Unter Mitwirkung von Max Hartmann, Max v. Laue, Arthur Rosenheim und Max Volmer.
Für die kurzen Originalmitteilungen ist ausschließlich der Verfasser verantwortlich.
Der Herausgeber bittet, 1. im Manuskript der *kurzen Originalmitteilungen* oder in einem Begleitschreiben die Notwendigkeit einer raschen Veröffentlichung an dieser Stelle zu *begründen*, 2. die Mitteilungen auf einen Umfang von *höchstens* einer Druckspalte zu beschränken.

Über den Entladeverzug in homogenen elektrischen Feldern und Luft von Atmosphärendruck.

1. Der Entladeverzug in homogenen elektrischen Feldern und Luft von Atmosphärendruck wurde an einer Kugelfunkenstrecke mit 5 cm Kugeldurchmesser, 0,11 cm Schlagweite, entsprechend einer statischen Durchbruchsspannung von 5 kV mit dem Kathodenstrahloszillographen untersucht. Entgegen den Messungen von P. O. Pedersen[1] und den Ergebnissen mehrerer neuerer kathodenstrahloszillographischer Untersuchungen konnte festgestellt werden, daß bei den angegebenen Bedingungen die gemessenen Verzugszeiten statistisch verteilt sind und die von M. v. Laue[2] für den Entladeverzug bei niedrigen Drucken angegebene Beziehung auch für Atmosphärendruck gültig ist. Die Figur zeigt eine der gemessenen Verteilungskurven; als Ordinatenwert ist dabei der Logarithmus der jeweiligen Anzahl der Versuche n_t^∞ aufgetragen, die eine größere Verzögerungszeit t ergeben haben, als dem dazugehörigen Abszissenwert der Verzögerungszeit entspricht. Die erhaltene Treppenkurve liegt mit hinreichender Genauigkeit um eine Gerade herum, so daß die v. Lauesche Beziehung

$$n_t^\infty = e^{-\frac{1}{\sigma}t}$$

erfüllt ist. Dabei bedeutet σ eine Wahrscheinlichkeitsfunktion, die als mittlere statistische Streuzeit bezeichnet sei.

2. Der Unterschied zwischen diesen Ergebnissen und den früheren Untersuchungen läßt sich auf die verschiedene Form des Spannungsanstieges zurückführen. Während unstetiger Spannungsanstieg (Rechteckskurve) statistische Verteilung ergibt, erhält man bei endlichem, allmählichem Spannungsanstieg Verteilungskurven mit einem Maximum, das um so ausgeprägter wird und um so mehr nach kürzeren Zeiten rückt, je steiler der Spannungsanstieg erfolgt.

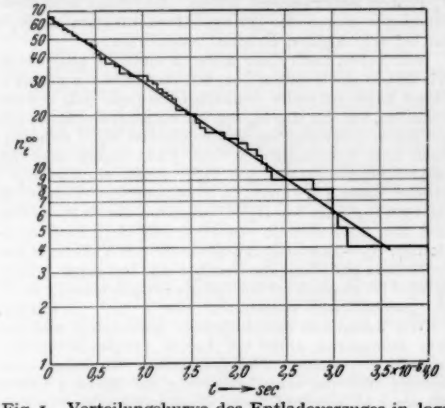

Fig. 1. Verteilungskurve des Entladeverzuges in logarithmischer Darstellung bei 140% der statischen Durchschlagsspannung.

3. Ermittelt man in einer Versuchsanordnung, wie sie von M. Paavola[1] beschrieben ist, den dunklen Vor-

[1] P. O. Pedersen, Ann. Physik **71**, 317 (1923).
[2] M. v. Laue, Ann. Physik **76**, 261 (1925).
[1] M. Paavola, Arch. f. Elektr. **22**, 443 (1929).

strom, so läßt sich die Anzahl der Elektronen bestimmen, die im Mittel sekundlich aus der Kathode austreten. Damit kann man die Anzahl der Elektronen berechnen, die in der mittleren statistischen Streuzeit des Entladeverzuges austreten. Sie nähert sich mit steigender Überspannung an der Funkenstrecke immer mehr dem Werte *ein Elektron*. Dieses Ergebnis bildet eine Bestätigung der von A. v. HIPPEL und J. FRANK, L. B. LOEB, W. ROGOWSKI, J. J. SLEPIAN und M. STEENBECK entwickelten Anschauungen über die Ausbildung des elektrischen Durchschlages.

Eine ausführliche Beschreibung der Versuche erscheint in den Wissenschaftlichen Veröffentlichungen aus dem Siemens-Konzern.

Aus der Wissenschaftlichen Abteilung der Siemens-Schuckertwerke A.-G., Berlin-Siemensstadt, den 10. Februar 1932. R. STRIGEL.

Massenspektroskopische Isotopen-Untersuchungen an Wasserstoff und Helium.

Vor einiger Zeit hat UREY[1] mitgeteilt, daß es ihm gelungen sei, ein Wasserstoffatom mit der Masse 2 auf spektroskopischem Wege nachzuweisen. Insbesondere findet er dieses H-Isotop im Rückstand des beim Tripelpunkt abdestillierten Wasserstoffes stark angereichert.

Diese Versuche haben uns veranlaßt, in unserem Massenspektrograph, der besonders geeignet ist, Ionen geringster Intensität neben Ionen sehr starker Intensität nachzuweisen, nach diesem Isotop zu suchen. Nun gibt es im Wasserstoff Ionen mit der Masse 1, 2 und 3, welche von einatomigen H_1^1, zweiatomigen H_2^{11} und dreiatomigen H_3^{111}-Wasserstoffteilchen — alle aus Atomen der Masse 1 bestehend — herrühren. Es fällt daher die Masse 3, die von einem H_2^{12} herrührt, mit H_3^{111} zusammen. Da aber H_3^{111} mit abnehmendem H_2-Druck verschwindet, könnte man das Ion H_2^{12} bei sehr kleinen Drucken durch Vergleich verschieden angereicherter H_2-Proben nachzuweisen hoffen. Allerdings sind diese Messungen wegen des geringen Prozentsatzes an H_2^{12} nur bei sehr kleinen Drucken ausführbar.

Wir haben nach einer anderen Methode gearbeitet. Wir haben nach einem Ion mit der Masse 4 gesucht. Dieses kann entweder dadurch entstehen, daß bei der Reaktion, aus der das H_3-Ion hervorgeht, ein Atom mit der Masse 2 beteiligt ist und so ein Ion H_3^{112} entsteht. Nach den Zahlenangaben von UREY sollte man im angereicherten H_2 auf 300 H_3^{111}-Ionen ein Ion H_3^{112} mit der Masse 4 erwarten, in gewöhnlichem Wasserstoff auf 1500 H_3^{111} ein Ion H_3^{112}. Ionen mit der Masse 4 sollte man aber auch deshalb erwarten, weil es ja auch zweiatomige H_2^{22}-Molekülionen gibt, die aus 2 Atomen mit der Masse 2 bestehen. Man möchte eine Intensität relativ zu H_2^{11} im angereicherten von der Größenordnung 10^{-6}, im gewöhnlichen Wasserstoff von $5 \cdot 10^{-8}$ erwarten.

Wir haben mit gewöhnlichem Wasserstoff und mit dem Rückstand eines bei tiefen Temperaturen abdestillierten Wasserstoffes gearbeitet. Wir haben aber niemals auch nur eine Andeutung der Masse 4 finden können. In gewöhnlichem Wasserstoff war das Verhältnis der Ionen der Masse 4 zu Ionen der Masse 3 sicher kleiner als 10^{-6}, und in der destillierten Probe, in der die Messung mit erhöhter Empfindlichkeit vorgenommen wurde, war dieses Intensitätsverhältnis kleiner als $2{,}5 \cdot 10^{-7}$ und das Verhältnis der Masse 4 zur Masse 2 war kleiner als $2{,}5 \cdot 10^{-8}$. Es waren also in den von uns benutzten Wasserstoffproben nur verschwindend wenig dreiatomige H_3-Ionen vorhanden, bei denen 1 Atom die Masse 2 hatte, und auch die Intensität an zweiatomigen Ionen, bei denen beide H-Atome die Masse 2 haben, war geringer, als zu erwarten war.

Als diese Messungen abgeschlossen waren, erschien eine Note von BLEAKNEY[1], in der er mitteilt, daß er massenspektroskopisch in der von UREY benutzten angereicherten Wasserstoffprobe eine erhebliche, noch bei sehr kleinen Drucken übrigbleibende Intensität an Ionen der Masse 3 gefunden hat (10mal mehr als bei gewöhnlichem H_2 von gleichem Druck). Er schließt daraus auf eine Intensität von H_2^{12} zu H_2^{11} von der Größe 1 : 550.

Wir haben nun in unseren beiden Wasserstoffproben ebenfalls das Intensitätsverhältnis der Ionen der Masse 3 zu denen der Masse 2 bei sehr kleinen Drucken ($p = 5 \cdot 10^{-5}$) gemessen. Wir sind unter gleichen Bedingungen bei beiden Proben zu einem Intensitätsverhältnis von 1 : 4000 gekommen. Aus Intensitätsgründen war ein Messen bei noch kleineren Drucken nicht möglich. Wir müssen also schließen, daß in unserem Wasserstoff die Konzentration an H-Atomen der Masse 2 höchstens $^1/_{10}$ derjenigen des UREYschen Wasserstoffes betrug[2].

Unsere Versuche zur Auffindung der Masse 4, von der wir keine Spur gefunden haben, können wir nur folgendermaßen deuten. Entweder geht die Reaktion $H_2^+ + H_2 = H_3^+ + H$ nur sehr selten so vor sich, daß, wenn ein Atom mit der Masse 2 an ihr beteiligt ist, dieses Atom in das H_3-Ion eingebaut wird, oder in den von uns benutzten H_2-Proben waren tatsächlich nur außerordentlich geringe Mengen von H-Atomen mit der Masse 2 vorhanden.

Wir haben auch noch Versuche im reinen Helium ausgeführt und nach einem Ion mit der Masse 5 gesucht. Die Intensität eines solchen Ions im Helium war, wenn überhaupt vorhanden, kleiner als das $2 \cdot 10^{-7}$fache der Intensität des He mit der Masse 4.

Berlin-Dahlem, Kaiser Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie, den 29. Februar 1932. H. KALLMANN. W. LASAREFF.

[1] UREY, BRICKWEDDE u. MURPHY, Physic. Rev. **39**, 164 (1932).

[1] Physic. Rev. **39**, 536 (1932).

[2] Anmerkung bei der Korrektur: Die Entladungsbedingungen und das Streufeld des Magneten beeinflussen das Isotopenverhältnis nicht. Variation beider hat keine Änderung in den angegebenen Verhältnissen ergeben.

Bitte um Mondaufnahmen mit einer Rollfilmkamera.

Es wird gebeten, in den beiden Nächten vom 21./22. und 22./23. März 1932 Aufnahmen auf Rollfilm (Format gleichgültig) nach folgenden Grundsätzen zu machen und an die untenstehende Adresse zu senden:

Unmittelbar vor dem Rollfilm wird ein Schirm aus Papier oder Blech mit einer Öffnung von der Größe des Objektives angebracht, so daß die Mittelpunkte der Schirmöffnung und des Objektives auf einer Geraden senkrecht zur Filmfläche liegen. Dadurch wird vom Film nur eine Fläche von der Objektivgröße belichtet und können auf einer Rolle sehr viele solcher Aufnahmen gemacht werden. Das Objektiv wird dann in $^1/_3$ der Brennweite gestellt, so daß statt des scharfen Mondbildes ein großes, aber gleichmäßig geschwärztes Scheibchen auf dem Film entsteht. Die anzuwendenden Belichtungszeiten sind $^1/_{100}$—1 Sek. je nach der Höhe des Mondes. Es wird gebeten, die Filme unentwickelt, mit Angabe der genauen Aufnahmezeit (mitteleuropäische Zeit, Sekunde, evtl. nur Minute), Belichtungszeiten, Angabe des Aufnahmeortes, Zahl der Aufnahmen, Objektiv, Öffnung, Brennweite, Abstand Film—Objektiv während der Aufnahmen, Filmmaterial, Himmelszustand, Name und Adresse des Photographierenden zu senden an:

Wien, XI., Grillgasse 31, III./37. F. SCHEMBOR.

Besprechungen.

PRINGSHEIM, HANS, **Die Polysaccharide.** Dritte, vollständig veränderte Auflage. Berlin: Julius Springer 1931. IX, 393 S. und 8 Abbildungen. 14×22 cm. Preis geh. RM 25.—, geb. RM 26.80, nach 10%iger Preisermäßigung lt. Notverordnung für die vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher RM 22.50, geb. RM 24.12.

Wiederum hat sich der Umfang dieser Monographie nahezu verdoppelt. Seit 1923, dem Erscheinungsjahr der letzten Auflage, ist nicht nur der Menge nach viel über Polysaccharide gearbeitet worden, sondern es sind auch zahlreiche wertvolle Ergebnisse auf dem Weg zur Klarheit über das Bauprinzip der einfacheren und der höheren Polysaccharide gewonnen. Für die Orientierung in der verwirrenden Vielheit neuer Experimentalbefunde, Theorien und Hypothesen will die inhaltlich völlig umgearbeitete Neuauflage als Führer dienen, zugleich aber Rechenschaft ablegen über die in des Verfassers Forschungen erzielten Ergebnisse. Aus diesem doppelten Ziel entspringt eine überaus lebendige, unmittelbar persönliche Wirkung auf den Leser.

Die Einteilung des Stoffes ist im wesentlichen die gleiche geblieben wie in der zweiten Auflage. Darum kann wegen des allgemeinen Inhalts auf die frühere Besprechung [Naturwiss. **12**, 57 (1924)] verwiesen werden. Im speziellen verdient hervorgehoben zu werden, daß sich der Verfasser jetzt auf den Boden der „Kettentheorie" der höheren Kohlenhydrate stellt. Allerdings verknüpft er (hier erkennt man den Wunsch, einen Kompromiß mit seiner früheren Polymerisationstheorie zu finden) die Kettentheorie mit der Annahme, daß die großen Polysaccharidketten in den festen Kohlehydraten zu langgestreckten Ringen zusammengeschlossen sind. Bei Lösungsvorgängen soll Teilchenverkleinerung unter Ringverengerung stattfinden. Analog müßten dann bei allen biologischen Abscheidungs- und Wachstumsvorgängen Ringerweiterungen auftreten. Solange nicht eindeutige Unterlagen für diese Hypothese vorliegen, bedeutet sie gegenüber der einfachen Kettentheorie freilich in bezug auf die erwähnten biologischen Vorgänge eine Komplikation.

Die Ausstattung des Buches ist, wie bei früheren Auflagen, sehr gut. Es wird, wie jene Auflagen, seinen Leserkreis finden. M. BERGMANN, Dresden.

VAN RIJN, I. J. L., **Die Glykoside.** Chemische Monographie der Pflanzenglykoside. Zweite Auflage, ergänzt und neubearbeitet von HUGO DIETERLE. Berlin: Gebrüder Borntraeger 1931. VIII, 620 S. 16 × 25 cm. Preis geh. RM 48.—, geb. RM. 51.—.

Die erste Auflage war seit einiger Zeit vergriffen, eine Neubearbeitung sehr erwünscht. Aber leider muß gesagt werden, daß sie nicht ganz befriedigend ausgefallen ist. Die allgemeine Chemie der Glucoside und ihrer Fermente hat nur auf wenig mehr als fünf Seiten Einleitung ihren Niederschlag gefunden. Der ganze übrige Text ist der Beschreibung der in den einzelnen Pflanzenfamilien vorkommenden Glykoside vorbehalten. Aber auch hier ist die neuere Literatur nur unvollständig verarbeitet. Eine derartige Einseitigkeit scheint um so weniger am Platze, als sich die Monographie in erster Linie an chemisch-pharmazeutische und pharmakologische Kreise wendet, die naturgemäß die neuere Entwicklung der Zuckerchemie nicht an Hand der Originalliteratur verfolgen können.

Auch sonst ist manches verabsäumt worden. So muß es überraschen, wenn ein Spezialwerk über Glykoside heute noch an der alten furoiden Formulierung der natürlichen Glykoside festhält und mit keinem Wort der in einem umfänglichen Schrifttum niedergelegten gewandelten Ansichten Erwähnung tut. BOURQUELOTS biochemisches Verfahren zum Glykosidnachweis ist zu kurz und in mißverständlicher Weise geschildert (S. 5: „Wird die Glukosemenge in Milligramm ausgedrückt, so spricht man von dem enzymolytischen Reduktionsindex des Glykosids." „Glykosiden . . ., und zwar solche, die linksdrehend sind und die demzufolge bei der Spaltung d-Glukose liefern."). Bei der Besprechung des GRIEBELschen Vacciniins aus Preißelbeersaft hätten die 1917 von E. FISCHER und H. NOTH ausgeführte Synthese und die späteren Untersuchungen H. OHLES über die Struktur nicht unerwähnt bleiben dürfen. S. 459 wird das Verhalten des Condurangins und des begleitenden Harzglykosids gegen Schwefelsäure innerhalb weniger Zeilen zweimal, und zwar mit etwas verschiedenen Angaben, geschildert. S 172 findet sich die unrichtige Angabe, daß sich Prulaurasin durch Ammoniak in Amygdonitrilglykosid und Sambunigrin zerlegen lassen soll.

Derartige und manche anderen sachlichen Irrtümer sollten bei einer künftigen Neuauflage unschwer zu vermeiden sein. M. BERGMANN, Dresden.

RICHTER-ANSCHÜTZ, **Chemie der Kohlenstoffverbindungen oder organische Chemie.** 12. Auflage, herausgegeben von RICHARD ANSCHÜTZ. III. Band: Heterocyclische Verbindungen, bearbeitet von FRITZ REINDEL. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1931. VIII, 413 S. 16×24 cm. Preis geh. RM 26.—, geb. RM 28.—.

Die 11. Auflage dieser Abteilung erschien schon 1913 im Rahmen des Bandes II (Cyclische Kohlenstoffverbindungen). In der langen Zwischenzeit sind viele Kapitel der heterocyclischen Reihe (Alkaloide, Chlorophyll-, Hämin- und Porphyringruppe, Pyrane, Benzopyrane und Furane) so intensiv bearbeitet worden, daß an Stelle wiederholter anastatischer Neudrucke eine Neuauflage treten mußte. Die bei dieser Gelegenheit vorgenommene Abtrennung der heterocyclischen Verbindungen aus Band II in einen besonderen Teilband wird die Benützung erleichtern. Das Erscheinen dieses Bandes füllt in glücklicher Weise eine empfindliche Lücke aus, denn es fehlte uns eben ein größeres Lehrbuch, das diesen Teil der organischen Chemie unter Berücksichtigung der neuesten Ergebnisse behandelt.

Die Bearbeitung durch F. REINDEL ist in allen Teilen ausgezeichnet gelungen.

M. BERGMANN, Dresden.

v. ANGERER, E., **Wissenschaftliche Photographie** Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft m. b. H. 1931. VIII, 185 S. und 99 Abbild. 15×23 cm. Preis geh. RM 11.—, geb. RM 12.80.

„In der photographischen Literatur gibt es einerseits gute populäre Lehrbücher, die keinerlei physikalisch-chemische Kenntnisse voraussetzen, z. B. das photographische Praktikum und den photographischen Ratgeber von DAVID, das Kompendium der Photographie von SCHMIDT und andere — andererseits die vielbändigen, wissenschaftlichen Handbücher von EDER und von HAY, die von Spezialisten geschrieben und für angehende Spezialisten bestimmt sind." ANGERERS Buch ist wohl berufen, diese vom Verfasser mit Recht im Vorwort seines neuen Werkchens zum Ausdruck gebrachte Lücke auszufüllen. Es wendet sich vorwiegend an Naturwissenschaftler, die die Photographie als Hilfsmittel für ihre Forschungen benötigen

und die einerseits eine objektive Darstellung dieses Gebietes hinsichtlich der Grenzen seiner Leistungsfähigkeit, seiner Fehlerquellen sowie auch seiner physikalisch-chemischen Arbeitsweise wünschen, die aber andererseits auch Winke für den praktischen Gebrauch erhalten wollen.

Die Stoffteilung ist recht zweckentsprechend gewählt: I. Übersicht über die wissenschaftlichen Anwendungsgebiete der Photographie, II. Die photographische Platte (Latentes Bild, Schwärzungskurve, Sensitometrie), III. Der photographische Apparat (Optik, Filter, Blenden, Verschlüsse), IV. Das Negativ (Dunkelkammer, Entwicklung), V. Auswertung der Negative (Lagenbestimmung, Auflösungsvermögen, Photometer, Registrierphotometer), VI. Negativkorrektur, VII. Positivprozeß, VIII. Photographische Effekte, IX. Farbenphotographie.

Vielleicht ist das Buch den Interessen des Verfassers entsprechend etwas zu einseitig auf spektrale Probleme eingestellt und könnte bei einer gewiß bald notwendig werdenden Neuauflage nach Ansicht des Referenten auch noch einige andere wissenschaftliche Anwendungen der Photographie etwas stärker betonen, insbesondere die Mikrophotographie, die Stereo- und Röntgenphotographie sowie die Kinematographie, die in Form von Zeitlupen- und Zeitraffaufnahmen immer häufiger zur Analyse sehr rasch oder sehr langsam verlaufender Vorgänge herangezogen wird; statt dessen könnte an Beispielen wie S. 80 u. 81, Fig. 50 u. 51, S. 44—49, Fig. 23—34 gespart, an Stelle des recht seltenen Falles Fig. 36 u. 37 eine kleine Übersicht über häufig wiederkehrende Behandlungsfehler und ihre Verhütung gesetzt werden. Es darf vielleicht noch darauf hingewiesen werden, daß der Tatbestand von S. 10/11 noch von anderen Seiten unabhängig gefunden, und daß die auf S. 147 beschriebene Schwächungsmethode erstmalig von CALLIER angegeben wurde. Schließlich ist es nicht unbedenklich, für wissenschaftliche Zwecke eine Umrechnungstabelle (wie leider in der Literatur sehr häufig) von Empfindlichkeitszahlen aufzustellen, die mit verschiedenen Methoden gewonnen sind. S. 33.

Trotz dieser Schönheitsfehler ist das Buch indessen allen Naturwissenschaftlern warm zu empfehlen, denn es besteht in der Tat kein so knapp und aus reicher Erfahrung geschriebenes Kompendium der Photographie, das Theorie und Praxis unter Berücksichtigung der neuesten Entwicklung des Gebietes so geeignet miteinander verknüpft wie das vorliegende gediegen und mit reichhaltigem Bildermaterial ausgestattete Buch.

J. EGGERT, Leipzig.

SCHWAB, G.-M., **Katalyse vom Standpunkt der chemischen Kinetik.** Berlin: Julius Springer 1931. VIII, 249 S. und 39 Figuren. 16×24 cm. Preis geh. RM 18.60, geb. RM 19.80, nach 10% iger Preisermäßigung lt. Notverordnung für die vor dem 1. Juli 1931 erschienenen Bücher RM 16.74, geb. RM 17.82.

In dem vorliegenden Buche verfolgt der Verfasser den Plan, „die für die Katalyse überhaupt und ihre verschiedenen Abarten geltenden Gesetzmäßigkeiten herauszuarbeiten und an ihnen die Prinzipien und Mechanismen zu erläutern . . ., nach denen katalytische Geschwindigkeitsbeeinflussungen möglich sind und vor sich gehen".

Auf diese Prinzipien, welche nicht explizite zur Darstellung kommen, soll der Untertitel des Buches hinweisen: „Vom Standpunkt der chemischen Kinetik." Was der Verfasser hierunter versteht, sei daher für den ferner stehenden Leser kurz skizziert. GULDBERG und WAAGE haben zuerst chemische Bruttoreaktionen in Teilvorgänge zerlegt, deren Fortschritt durch die Differenz von Bildungs- und Zerfallsgeschwindigkeiten bestimmt ist, während diese Geschwindigkeiten selbst durch das Produkt der „aktiven" Massen mit den „Geschwindigkeitskonstanten" gegeben sind. Diese „Konstanten" enthalten neben der Stoßzahl einen Faktor, welcher von der für die Wahrscheinlichkeit des Erfolgs maßgebenden Aktivierungsenergie abhängt. Die Grundlage für das Verständnis katalytischer Prozesse bildet ihre Deutung durch Zwischenreaktionen mit verminderter Aktivierungsenergie.

Wieweit dieser Gedankengang durchführbar ist, entwickelt der Verfasser nacheinander an Beispielen aus der homogenen Gaskatalyse, der homogenen Katalyse in Lösungen und der heterogenen Katalyse. Ein kurzer Überblick gilt den biologischen Reaktionen.

Besonders willkommen dürfte den Fachgenossen die hier gebotene Zusammenfassung des weit verstreuten Materials über die homogene Katalyse in Lösungen sein. Hier finden wir die typischen Fälle der einfachen und der selektiven Katalyse, der Verstärkung, der Kettenreaktion und der Vergiftung am gründlichsten durchstudiert. Dieses, dem Experiment so leicht zugängliche Gebiet kann wohl im Sinne der beschreibenden Reaktionskinetik als nahezu abgeschlossen gelten.

Die komplizierten Verhältnisse bei der heterogenen Katalyse haben naturgemäß nicht annähernd dieselbe Vollständigkeit der Einsicht ermöglicht. Es ist verständlich, daß der Verfasser die von ihm mit großem Nachdruck vertretene Hypothese von der verstärkten Wirksamkeit linear verteilter Flächenelemente in den Vordergrund der Betrachtung rückt. Demgegenüber muß aber festgestellt werden, daß bis jetzt an Einstoffkatalysatoren kein einziges einwandfreies Beispiel für die Richtigkeit dieser Anschauung aufweisbar ist. An homöopolaren Kristallen ist diese Bevorzugung von Ecken und Kanten nach Überlegungen von I. STRANSKI sogar recht unwahrscheinlich. Es muß allerdings zugegeben werden, daß die Randwirkung neuer Oberflächenphasen als Wirkung eines Mischkatalysators von der Kantenwirkung dann nicht leicht zu unterscheiden ist, wenn diese Phasen nur intermediär auftreten sollten. Was schließlich die Keimwirkungen betrifft, so vermißt man mit Bedauern einen Hinweis auf den ersten Beobachter der Keimbildungsphänomene an festen Körpern: FARADAY.

Auch wenn die zur Beschreibung eines Reaktionsablaufs geeigneten Formeln auf das reaktionskinetische Schema zurückgeführt werden können, macht die große Mannigfaltigkeit möglicher Reaktionswege selbst in scheinbar einfachen Fällen eine Entscheidung über die Eindeutigkeit der vermeintlichen Erklärung oft zweifelhaft. Hier stößt man auf das tiefere Problem, die Aktivierung aus den molekularen Eigenschaften der Reaktionspartner zu verstehen. Wir sollten dem Verfasser für seine zusammenfassende Darstellung deshalb besonders dankbar sein, weil sie uns diese in dem beschreibenden Charakter der klassischen Reaktionskinetik begründete Unzulänglichkeit recht deutlich zum Bewußtsein bringt. Das Buch füllt eine in der deutschen Fachliteratur bisher offene Lücke aus und muß wegen des darin enthaltenen Materials und der sorgfältigen Quellenangaben allen empfohlen werden, die auf dem Gebiet der Katalyse arbeiten.

H. CASSEL, Berlin-Charlottenburg.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.